ISSN 2674-7863

Artigo / Articles

Pré-Processamento e Classificação de Imagens Nir das Veias da Palma da Mão e Pulso Utilizando Análise por Componentes Principais

Oliveira, R. A.[1], Nascimento, M. A. N.[1], Nogueira, H. V.[2], Galvão Filho A. R.[1], Coelho, C. J.[1]

[1] Escola de Ciências Exatas da Computação
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiânia, Goiás, Brasil
[2] Divisão de Inovação e Resultados
Assembleia Legislativa do Estado de Goiás

Resumo: o objetivo deste trabalho é pré-processar imagens das palmas da mãos e punhos de indivíduos no intuito de aprimorar a acurácia de um modelo classificador. Tal processamento é feito para evidenciar as veias nas imagens como fator a ser usado para o reconhecimento do indivíduo. A classificação é feita empregando a análise por componentes principais, a partir de um banco de imagens no espectro do infravermelho, contendo 2400 imagens de 50 indivíduos diferentes. Os resultados obtidos utilizando o pré-processamento proposto mostram uma melhora da acurácia média de 18% em relação ao modelo que utilizou as imagens originais.

Palavras-chave: Biometria. Processamento digital de imagem. PCA.

Pre-Processing and Classification of NIR Images of the Palm Vein and Pulse Using Principal Component Analysis

Abstract: this work aims to imaging process in order to enhance the accuracy of a classifier model of human by palm-hands and wrist. The imaging process is performed in order to hilight the veins in the images to be used in the patern recognition. The classification is performed using Principal Components Analisys (PCA) on a data set of 2400 Near InfraRed (NIR) images of 50 different invididual. The results from the classification using pre-processing images provided na accuracy of 18% compared to model tha used original images.

Keywords: Biometric. Digital Image Processing. PCA.

DOI 10.18224/arithmos.v1i1.6858

Recebido em: 23/10/2018

Aprovado em: 20/11/2018

OPEN ACCESS

CC BY NC ND

1 Introdução

Biometria é um campo da ciência que estuda características fisiológicas e comportamentais dos seres humanos com o intuído de extrair padrões capazes de identificá-los. Face, impressão digital, geometria da mão, íris, retinas, voz e veias das mãos são algumas das características mais utilizadas em aplicações de identificação de pessoas [1].

Uma característica que vêm se destacando são os padrões das veias das mãos e dos pulsos. As veias encontradas de cada pessoa compõem uma vasta rede de vasos sanguíneos que permanece inalterada ao longo da vida do indivíduo

[2]. Uma vez que essas estruturas são formadas no período embrionário por eventos aleatórios, vários pesquisadores afirmam que o padrão das veias é único entre os seres humanos [3, 11].

Apesar de constituir um padrão com boa capacidade de distinção, tal característica não pode ser facilmente identificada a olho nu. Para utilizar tal padrão de maneira mais apropriada, imagens na região espectral do infravermelho próximo (*Near InfraRed*, NIR) estão sendo utilizadas no intuito de destacar as veias. Este destaque é dado devido a capacidade de absorção da luz infravermelha pelas hemácias contidas na corrente sanguínea, e assim torna esta região mais evidente na imagem [6]. Por esse motivo, a biometria baseada nas veias é considerada uma abordagem segura, estável e robusta quando se trata de identificação humana, sendo considerada umas das medidas biométricas mais confiáveis para identificação pessoal [10].

Mesmo com as imagens NIR destacando as veias, ainda pode-se observar outras informações nas imagens que não necessariamente agregam informações úteis para a classificação. Assim, faz-se necessário que haja um pré-processamento da imagem de modo a evidenciar ainda mais as veias, e suprimir outras características não relevantes para o classificador.

Neste contexto, este trabalho propõe uma estratégia de pré-processamento de imagens NIR para evidenciar as veias das palmas e punhos para classificação de indivíduos utilizando análise por componentes principais. Como estudo de caso foi utilizado uma base de dados com 2400 imagens de 50 indivíduos, contendo imagens obtidas de uma câmera NIR das palmas das mãos e dos punhos esquerdo e direito. Os resultados mostraram que o uso do pré-processamento proposto elevou a acurácia média de 58% para 76% de acerto. Também foi notado melhores resultados quando a combinação as imagens das palmas e pulsos foram utilizadas, chegando a 89% de acerto.

2 Materiais e Métodos

As técnicas utilizadas para identificação dos indivíduos utilizando os padrões providos das veias das palmas e pulsos foram divididas em quatro etapas: extração da região de interesse (*Region Of Interest*, ROI), pré-processamento da imagem, extração das características e a classificação.

A etapa referente à extração da região de interesse não foi realizada neste trabalho. Isso porque o banco de dados utilizado já contava com imagens com esse tipo de processamento efetuado. A etapa de pré-processamento da imagem, por sua vez, foi realizada utilizando os filtros gaussiano e de mediana, a subtração de imagens, o ajuste de contraste e a binarização. Tal etapa foi feita de acordo com o fluxograma descrito na Figura 1.

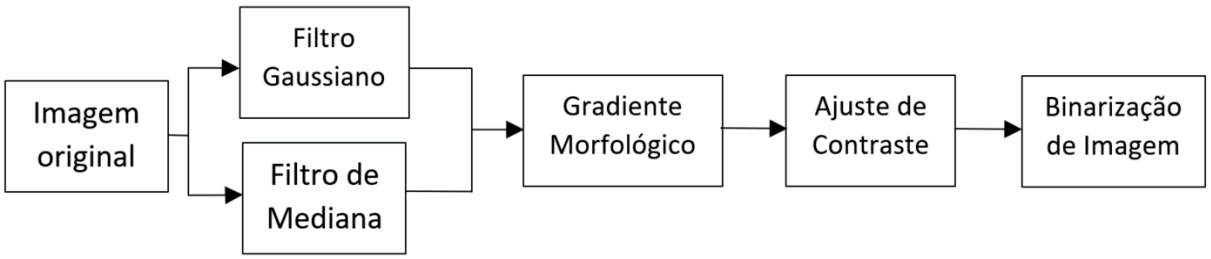


Fig. 1. Fluxograma das técnicas de pré-processamento de imagens utilizadas

O pré-processamento é iniciado aplicando-se o filtro de mediana nas imagens. Trata-se de uma técnica de filtragem não linear frequentemente utilizado no pré-processamento de imagens e sinais. Suas principais características são a remoção de ruídos e a suavização da imagem. Por conta destas características o filtro de mediana é utilizado, em várias aplicações, na etapa anterior à detecção de bordas. Neste trabalho, o filtro foi utilizado com a finalidade de suavizar regiões da imagem com intensidade de pixels semelhantes, destacando a veias nas imagens originais. Posteriormente, o filtro Gaussiano é utilizado. Ele tem sido empregado com relativo sucesso em aplicações que utilizam as veias das mãos

para identificar indivíduos [7]. Neste trabalho, foi utilizado sobre as imagens originais com a finalidade de reduzir a quantidade de ruídos. Por funcionar como um filtro passa-baixa, o filtro Gaussiano possui bons resultados na remoção de ruídos de alta frequência.

A partir das duas imagens resultantes do processamento anterior, o gradiente morfológico foi utilizado na subtração da imagem suavizada pelo filtro gaussiano pela imagem com as veias obtida pelo filtro de mediana [4]. No contexto do processamento de imagens, o gradiente morfológico é utilizado para destacar a diferença entre imagens que passaram pelo processo de erosão e dilatação. Neste caso, o objetivo é ressaltar as bordas de regiões bem definidas da imagem. Após a aplicação do gradiente morfológico, a imagem passaria pelo processo de binarização, para então ter suas características extraídas. Contudo, antes da binarização, é preciso ajustar o contraste da imagem. Isso porque, por ser uma imagem relativamente escura e possuir grande quantidade de pixels pretos, existia o risco de parte das veias serem excluídas após o processo de binarização.

Feito o ajuste de contraste, foi aplicada a binarização de Otsu [7]. A binarização de Otsu é um dos métodos mais conhecidos para a binarização de imagens. O algoritmo assume que existem duas classes de pixels cuja variância da intensidade de pixels é mínima e a variância entre as classes é máxima. A Figura 2 apresenta um exemplo do resultado de cada etapa do processo de pré-processamento.

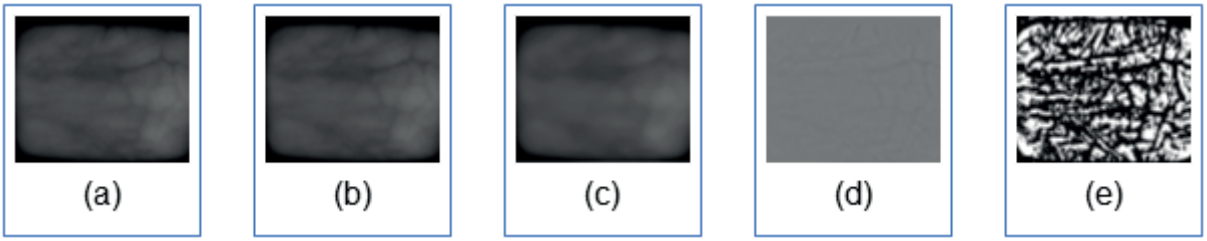


Fig. 2. Amostra das veias da palma antes e depois dos estágios de pré-processamento (a) imagem original, (b) filtro gaussiano, (c) filtro de mediana, (d) subtração de b por c e ajuste de contraste, (e) Binarização.

Uma vez realizada todas as etapas do pré-processamento das imagens, a análise de componentes principais é utilizada para identificar cada indivíduo. A análise de componentes principais (*Principal Components Analisys,* PCA) [5], é uma técnica cujos principais objetivos são extrair as informações mais importantes de uma tabela de dados, reduzir o conjunto de dados, e simplificar a descrição da matriz de dados [1]. A PCA é amplamente utilizada nos mais diversos campos, de neurociência a computação gráfica [8]. Uma descrição detalhada do funcionamento da PCA pode ser encontrada em [8, 1].

Ao empregar a PCA, as imagens são representadas pelas seus respectivos componentes principais (*Principal Component,* PC). Como a PCA apresenta cada amostra como um ponto no espaço das componentes principais, é possível relacionar as distâncias desses pontos ao conjunto de pontos que formam as classes. Tal relação permite selecionar as amostras que possuem menores distâncias e associá-las a uma classe. Desta forma, a classificação das amostras é feita através do cálculo da distância euclidiana entre as componentes principais da imagem do conjunto de treinamento (*PCtr*) e as componentes principais da imagem a ser classificada (*PCim*). Esta operação é descrita na Equação (1)

$$d = \sqrt{(PCtr1 - PCim1)2 + \ldots + (PCtrN - PCimN)}. \quad (1)$$

3 Resultados Experimentais

Os resultados foram obtidos utilizando a base de dados *PUT Vein Database*, disponível em `http://biometrics.put.poznan.pl/vein-dataset/`. Tal base contém 2400 imagens NIR de palmas e pulsos de 50 indivíduos diferentes. De cada indivíduo foram feitas 24 imagens em três momentos diferentes. As regiões da obtenção da imagem foram a palma da mão direita, palma da mão esquerda, punho direito e punho esquerdo. Para validar o modelo proposto foram configurados alguns cenários de teste apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Índice de acerto com imagens sem pré-processamento

PCA's	Nº de Indivíduos	Nº de Imagens Utilizadas (Treinamento/Teste)	Sem pré-processamento	Com pré-processamento
Palma direita	50	450/150	59%	71%
Palma esquerda	50	450/150	55%	61%
Pulso direito	50	450/150	39%	76%
Pulso esquerdo	50	450/150	45%	72%
Palma e pulso direito	30	270/90	66%	89%
Palma e pulso esquerdo	30	270/90	58%	82%
Palmas	30	270/90	69%	74%
Pulsos	30	270/90	56%	81%
Palmas e pulsos	15	135/45	76%	87%

Devido ao alto custo computacional dos algoritmos foi necessário reduzir a quantidade de indivíduos devido à complexidade espacial de alguns cenários aumentar quando era feita as fusões das imagens. Porém para todos os casos o conjunto de treinamento foi montado seguindo a seguinte lógica: foram utilizadas as três primeiras fotos de cada série para o conjunto de treinamento e a quarta foto utilizada para teste. Ao passo que a fusão das imagens foi necessário para diminuir o número de indivíduos no conjunto de treinamento, porém se manteve a taxa de amostragem. Como pode ser observado na Tabela 1, os resultados da classificação utilizando pré-processamento proposto foram melhores para todas as configurações testadas.

4 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste artigo foi proposta uma estratégia de pré-processamento para evidenciar as veias em imagens para um modelo de classificação usando PCA. Também foi feita a comparação entre as classificações com e sem o pré-processamento tanto das imagens referentes as palmas e pulsos individualmente, quanto às imagens acopladas. Os resultados obtidos utilizando o pré-processamento proposto mostram uma melhora da acurácia média de 18% em relação ao modelo que utilizou as imagens originais. Como esperado, considerando todas os cenários estudados, os melhores resultados foram obtidos com as imagens de ambas as palmas e punhos. Como trabalhos futuros pretende-se investigar outros métodos de pré-processamento bem como outros classificadores. Será investigado também se os resultados são válidos em outras bases de dados disponíveis, bem como propor uma nova base de dados para servir de *benchmark* para a comunidade científica.

Referências

1. Abdi, H.; Williams, L. J. Principal component analysis. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics, v. 2, n. 4, p. 433-459, 2010.

2. Derakhshani, R.; Ross, A.; Crihalmeanu, S. A new biometric modality based on conjunctival vasculature. proc. Of artificial neural networks in engineering (annie), p. 1-8, 2006.

3. Eichmann, A.; Yuan, L.; Moyon, D.; Lenoble, F.; Pardanaud, L.; Bréant, C. Vascular development: from precursor cells to branched arterial and venous networks. International Journal of Developmental Biology, v. 49, n. 2-3, p. 259-267, 2003.

4. Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. Processamento de Imagens Digitais. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

5. Hotelling, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. Journal of educational psychology, v. 24, n. 6, p. 417, 1933.

6. Jain, A.; Bolle, R.; Pankanti, S. (Ed.) Biometrics: personal identification in networked society. Springer Science & Business Media, 2006.

7. Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, v. 9, n. 1, p. 62-66, 1979.

8. Shlens, J. A tutorial on principal component analysis. arXiv preprint arXiv:1404.1100, 2014.

9. Wang, J.-W.; Chen, T.-H. Building palm vein capturing system for extraction. In: Systems Engineering (ICSEng), 2011 21st International Conference on. IEEE, 2011. p. 311-314.

10. Wang, L.; Leedham, G. CHO, David, S.-Y. Minutiae feature analysis for infrared hand vein pattern biometrics. Pattern recognition, v. 41, n. 3, p. 920-929, 2008.

11. Yanagawa, T.; Aoki, S.; Ohyama, T. Human finger vein images are diverse and its patterns are useful for personal identification. MHF Prepr. Ser, v. 12, p. 1-7, 2007.