

Detecção, caracterização e recuperação de faces

Cleriston Aparecido Dantas¹, Marcos Aurélio Batista¹

¹Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário
75704-020 – Catalão – GO – Brasil

cleriston.tato@gmail.com, marcos@catalao.ufg.br

Abstract. *In the last years, the use of less invasive technology has been widely used both in biometric access control as security and document validation. One of the primary methods is the facial recognition, it does not require the intervention of the individual. The process of face recognition in images or videos is provided by the steps of locating faces, classify them, and finally identifying individuals through a database of faces. This work consisted of a bank faces and a face recognition system with skin segmentation, location, classification and comparison of faces. Some tests were performed in order to test the efficiency of the developed system, fifteen tests performed on segmentation of skin and six tests in the identification of individuals.*

Resumo. *Nos últimos anos o uso de tecnologia menos invasivas tem sido amplamente utilizados, tanto no controle de acesso biométrico quanto na segurança e validação de documentos. Um dos principais métodos é o de reconhecimento facial, pois não necessita da intervenção do indivíduo. O processo de reconhecimento facial em imagens ou vídeos é dado pelas etapas de localizar as faces, classificá-las e por fim identificar indivíduos, por meio de um banco de dados de faces. Neste trabalho, constituiu-se um banco de faces e um sistema de reconhecimento facial, com segmentação de pele, localização, classificação e comparação de faces. Alguns testes foram realizados com o intuito de testar a eficiência do sistema desenvolvido, realizou-se quinze testes na segmentação de pele e seis testes na identificação dos indivíduos.*

1. Introdução

Tem-se usado diversos recursos tecnológicos para a identificação de indivíduos. O uso de impressões digitais e DNA ainda são os principais métodos de identificação, porém, muitas vezes intrusivos, necessitando da colaboração do usuário. Por isso o uso de tecnologias não invasivas, como o reconhecimento de faces, tem se tornado cada vez mais comuns.

Os primeiros estudos de reconhecimento facial datam na década de 1950, empregados em estudos de psicologia [Bruner and Tagiuri 1954], na década de 1970 iniciou-se o uso de máquinas automáticas para reconhecimento facial, como se vê nos trabalhos de [Kanade 1977] e [Kelly 1970].

Nestes últimos 40 anos as pesquisas sobre o reconhecimento facial sofreram grande avanço, principalmente ao se fazer uso de abordagens holísticas e clássicas como

eigenfaces [Turk and Pentland 1991a], *fisherfaces* [Etemad and Chellappa 1997] e mais recente o uso de modelos tridimensionais [Campos 2001] [Colombo et al. 2005].

O reconhecimento automatizado pode ser útil em diversas aplicações, como: controle de acesso, rastreamento de suspeitos, realidade virtual, passaportes, interação homem-computador, em aplicações sociais e até mesmo usado como uma ferramenta de auxílio aos estudos de psicologia [Zhao et al. 1998].

O reconhecimento facial se dá por três etapas: detecção da face na imagem ou vídeo, caracterização desta face encontrada e por fim a recuperação da mesma [Wu et al. 2012]. No desenvolvimento deste trabalho será discutido cada etapa.

2. Metodologia

Como dito, o trabalho é dividido basicamente em três passos principais, dado uma imagem de entrada, detectar a face, extrair características da mesma, essas características são salvas em um arquivo que servirá como uma base de dados para que no passo seguinte, ao entrar com uma imagem nova, identificar o indivíduo presente nela. Todas as rotinas foram implementadas em C++ e usando a biblioteca OpenCV. A Figura 1 ilustra o processo.

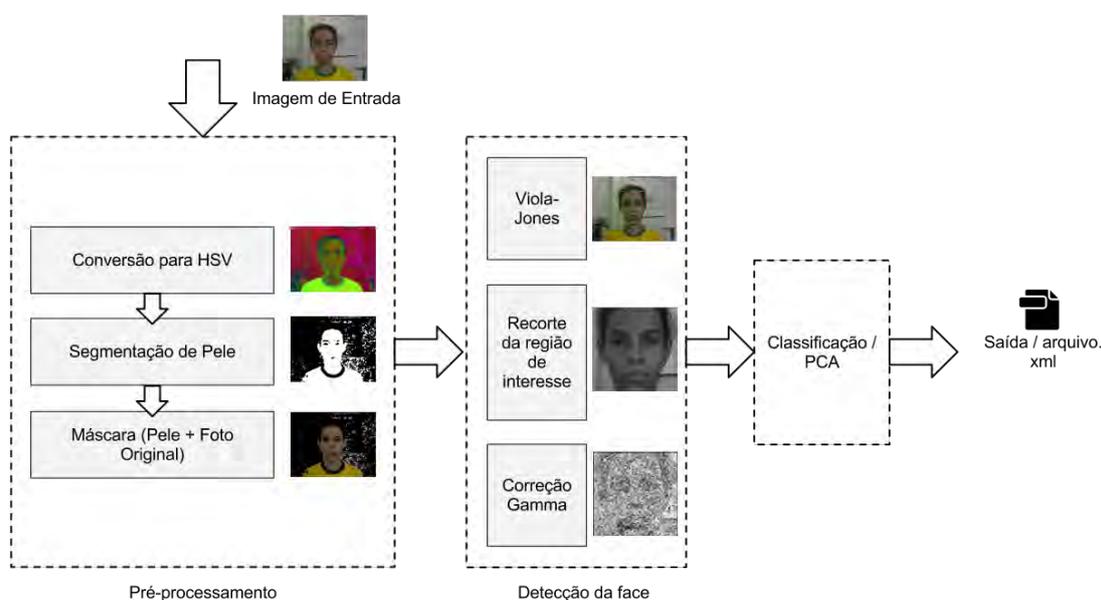


Figura 1. Etapas adotadas para o reconhecimento facial neste trabalho.

2.1. Pré Processamento, segmentação da pele

Antes de iniciar o processo de detecção, fez-se uso de uma etapa de pré-processamento das imagens, no qual a partir de uma imagem de entrada, esta, foi convertida de RGB (*Red*, *Blue* e *Green*) para HSV (*Hue*, *Saturation* e *Value*), esta medida é necessária para a segmentação da pele, pois ela é melhor representada pelo canal *Hue*. Após quinze testes com 251 imagens presentes no banco criado, o melhor limiar encontrado foi entre 3 e 55, o processo envolveu a variação dos limiares, escolhemos aquele que obteve a melhor segmentação de pele sem interferir na detecção de face e apresentar o mínimo de falsos

positivos, como na Figura 2. Após realizada a distinção de pele e não pele, gerou-se uma imagem contendo a imagem original e a segmentação.

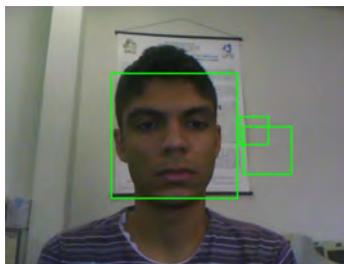


Figura 2. Exemplo de falsos positivos, foi detectado faces onde não existe.

2.2. Detecção da face

Após isso, a detecção da face é realizada na imagem gerada, nesta etapa destacam-se métodos por atributos de gabor, métodos tridimensionais, holísticos, neste trabalho o uso de características de *haar*, por meio do algoritmo de Vioja-Jones [Viola et al. 2003] foi feito. Como o banco de faces não foi obtido em um ambiente totalmente controlado, capturou-se sem intenção imagens com os indivíduos em distâncias diferentes, portanto todas as faces passaram por um reajuste de tamanho no rosto encontrado, limitando um quadrado de 150px, o reajuste evita que na etapa próxima haja alguma incompatibilidade por tamanho das imagens.

2.3. Caracterização das faces

Na etapa seguinte, são classificadas todas as faces encontradas, diante de alguns métodos na literatura como, *Fisherface* [Jing et al. 2006], *Independent Component Analysis* (ICA) [Bartlett et al. 2002], *Linear discriminant analysis* (LDA) [Lu et al. 2003], *Evolutionary Pursuit* (EP) [Zhao et al. 2006], *Elastic Bunch Graph Matching* (EBGM) [Bolme 2003] e o modelo tridimensional de Li e Zeng [Li et al. 2012], optou-se por implementar no programa o *Eigenface*, conhecido também como *Principal Components Analysis* (PCA) [Turk and Pentland 1991b] [Sevcenco and Lu 2010], pelo uso do método original inventado por Karl Pearson [Pearson 1901], é um dos métodos mais clássicos e que resulta em ótimos resultados.

A ideia do PCA é bem simples, ele reduz as variáveis originais de uma imagem em um conjunto mínimo, mas que contenham o máximo de informação possível da imagem original, assim obtém-se uma matriz reduzida com todas as características principais da matriz completa.

Após a extração dessas características, foi criada uma imagem média e todos os dados resultantes foram armazenados em uma estrutura de um arquivo XML, juntamente com o número da foto e indivíduo. Este arquivo fonte contém os dados de todas as pessoas do banco de dados constituído.

2.4. Recuperação da face

A etapa final desse sistema consiste em entrar com uma nova imagem que passará por todas as etapas anteriores e gerada sua estrutura individual, os dados desta

estrutura serão comparadas com o arquivo fonte. Esta comparação foi realizada por dois métodos de cálculo de distância. O primeiro teste com a distância Euclidiana [Gonzalez and Woods 2000], e o segundo com a distância de Mahalanobis [Chan et al. 2012]. Para cada ponto da imagem de consulta é comparada com pontos de cada imagem, o conjunto de pontos mais próximos determina se o indivíduo é ou não semelhante.

A distância Euclidiana entre P_1 e P_2 é dado pela equação 1 [Gonzalez and Woods 2000].

$$D_e(p_1.p_2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

E a distância Mahalanobis, é dada pela equação 2, onde μ_x é a imagem média [Chan et al. 2012].

$$D = \sqrt{(x - \mu_x)^t \sum_x^{-1} (x - \mu_x)} \quad (2)$$

O sistema retorna o indivíduo mais parecido com o indivíduo consulta, mesmo que este não se encontra no banco de faces, uma informação importante é o fato da imagem da face de entrada poder ser em três diferentes posições, além de uso ou não de óculos, isto foi possível pelo modo que o banco foi constituído.

2.5. Criação do banco de faces

O banco de faces usado neste trabalho foi constituído com base em 7 imagens em diferentes poses e uso ou não de óculos, conforme a Figura 3. As imagens foram capturadas por meio de uma *webcam* comum, presente na maioria dos *notebooks*, a resolução adotada foi 640 x 480 px. Nenhum critério foi considerado para a constituição deste banco de faces, todas as pessoas foram voluntárias, assinando inclusive um termo de autorização de uso de suas imagens pelo sistema capturado.

O sistema em *flash* capturava as imagens nas diferentes poses e às armazenava em um banco MySQL, um sistema para gerenciar estas imagens também foi desenvolvido Figura 4, para que pudesse realizar buscas operações nos registros.

3. Resultados

O uso da segmentação de pele tem objetivo diminuir a taxa de falsos positivos, no qual realmente o fez, reduzindo de 32 falsos positivos na detecção de faces sem uso de segmentação de pele, para 8 falsos positivos, o resultado foi obtido pelo limiar entre 3 e 55, todos os testes para cada limiar pode ser observado na Tabela 1, em alguns casos como no limiar entre 3 e 25, as taxas de faces não detectadas foram muito altas.

Para a identificação dos indivíduos, realizamos seis testes, os testes consistiam em treinar 29 imagens, uma de cada indivíduo, e testar outras 58 não presentes no treinamento, foram três conjuntos distintos. A comparação dos indivíduos foram realizadas com uso da distância de Euclides e a de Mahalanobis, ver Tabela 2.

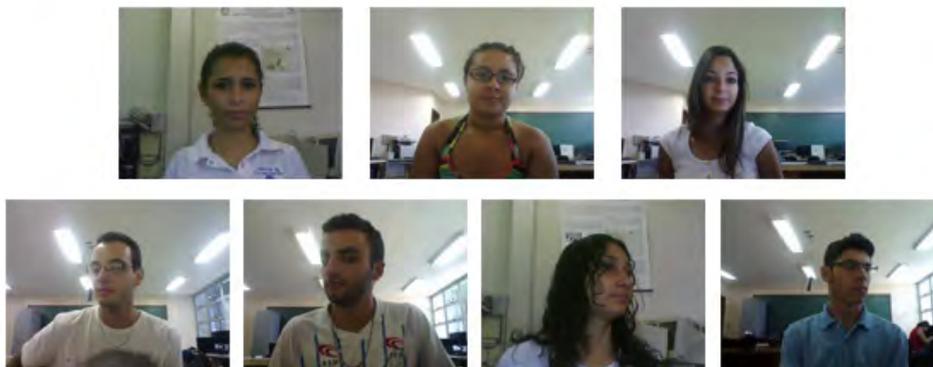


Figura 3. Diferentes posições em que o banco de dados foi constituído.

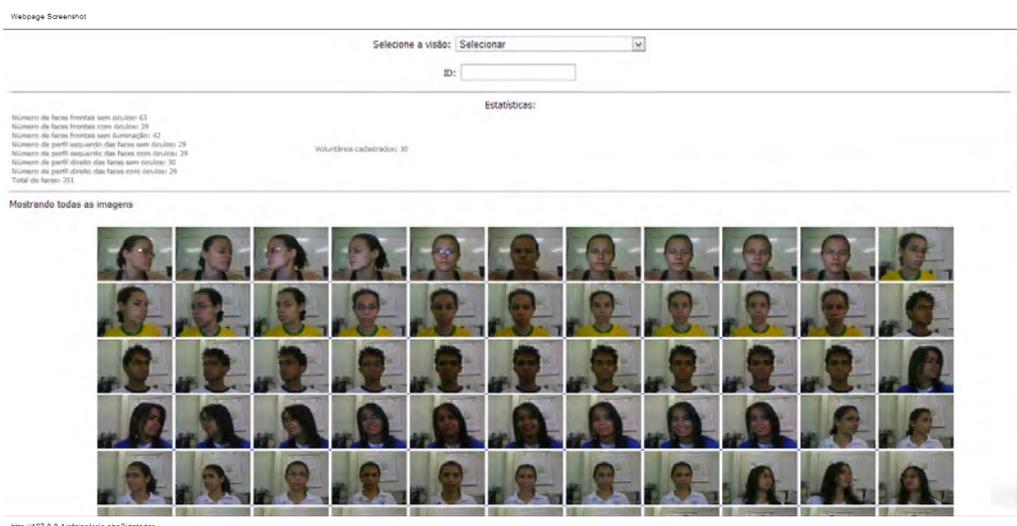


Figura 4. Sistema de gerenciamento do Banco de Faces.

Podemos observar que os resultados com uso da distância de Mahalanobis é levemente superior ao método de Euclides.

4. Considerações Finais

O sistema aqui desenvolvido propunha o reconhecimento de indivíduos por meio do uso de alguns métodos e abordagens clássicas, usou-se segmentação de pele, método de Viola-Jones para detecção de faces, o PCA para extração de características e os métodos de Mahalanobis e de Euclides para cálculo de distância.

Podemos observar que o sistema desenvolvido obtém um bom resultado para a segmentação de pele, sem uma grande interferência na detecção do rosto, além de diminuir a taxa de falsos positivos.

Na identificação dos indivíduos o modelo de Mahalanobis se mostrou superior ao modelo Euclidiano, obtendo taxas de até 77,59% de acerto, o que pode ser considerado

Limiar	Faces detectadas	Certos	Erros (falsos positivos)	Não detectadas
sem limiar	223	191	32	60
0-30	229	209	20	42
0-40	236	208	18	43
0-50	206	201	5	50
0-60	212	198	14	53
0-70	231	196	35	55
3-25	120	108	12	143
3-35	204	198	6	53
3-45	204	198	6	53
3-55	223	215	8	36
3-65	226	197	29	54
10-40	215	199	16	52
10-50	207	194	13	57
10-60	221	193	28	58
10-70	216	180	36	71

Tabela 1. Comparação entre os diferentes limiares testados

Conjunto	Euclidiana	Mahalanobis
Treinamento de faces com óculos	74,14%	77,59%
Treinamento de faces com iluminação	53,45%	63,80%
Treinamento sem iluminação	58,62%	67,24%

Tabela 2. Resultados da identificação dos indivíduos, com uso de dois modelos de cálculo de distância

razoável, tendo em mente que o banco foi constituído em ambiente não controlado.

A principal dificuldade foi em constituir o banco de dados, pois muitas pessoas ficam com receio de ser voluntário em um trabalho, ainda mais quando sua foto está envolvido.

Para os próximos trabalhos, a implementação de outros métodos de extração de características serão realizados, o banco de faces será aumentado e outros métodos de comparação serão testados.

Referências

- Bartlett, M., Movellan, J., and Sejnowski, T. (2002). Face recognition by independent component analysis. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 13(6):1450–1464.
- Bolme, D. (2003). *Elastic bunch graph matching*. PhD thesis, Colorado State University.
- Bruner, I. and Tagiuri, R. (1954). The perception of people. *Handbook of Social Psychology*, 2:634–654.
- Campos, T. E. (2001). Técnicas de seleção de características com aplicações em reconhecimento de faces. Master's thesis, Instituto de Matemática e Estatística, University of São Paulo.

- Chan, C., Tahir, M., Kittler, J., and Pietikainen, M. (2012). Multiscale local phase quantisation for robust component-based face recognition using kernel fusion of multiple descriptors.
- Colombo, A., Cusano, C., and Schettini, R. (2005). Tri-dimensional face detection and localization. In *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, volume 5670, pages 68–75.
- Etemad, K. and Chellappa, R. (1997). Discriminant analysis for recognition of human face images. *Journal of the Optical Society of America A*, 14(8):1724–1733.
- Gonzalez, R. and Woods, R. (2000). *Processamento de imagens digitais*. Edgard Blucher.
- Jing, X., Wong, H., and Zhang, D. (2006). Face recognition based on 2d fisherface approach. *Pattern Recognition*, 39(4):707–710.
- Kanade, T. (1977). *Computer recognition of human faces*, volume 47. Birkhäuser.
- Kelly, M. (1970). Visual identification of people by computer. Technical report, DTIC Document.
- Li, C., Mu, Z. ., and Zeng, H. (2012). Human identification based on 3d ear modeling using a single image. *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 4(23):88–96.
- Lu, J., Plataniotis, K., and Venetsanopoulos, A. (2003). Face recognition using kernel direct discriminant analysis algorithms. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 14(1):117–126.
- Pearson, K. (1901). *Principal Components Analysis*, page 559. Cited By (since 1996): 1.
- Sevcenco, A.-M. and Lu, W.-S. (2010). Perfect histogram matching pca for face recognition. *Multidimensional Systems and Signal Processing*, 21:213–229.
- Turk, M. and Pentland, A. (1991a). Face recognition using eigenfaces. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 586–591.
- Turk, M. and Pentland, A. (1991b). Face recognition using eigenfaces. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings CVPR'91., IEEE Computer Society Conference on*, pages 586–591. IEEE.
- Viola, M., Jones, M., and Viola, P. (2003). Fast multi-view face detection. In *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*. Citeseer.
- Wu, Y.-M., Wang, H.-W., Lu, Y.-L., Yen, S., and Hsiao, Y.-T. (2012). Facial feature extraction and applications: A review. *Intelligent Information and Database Systems*, pages 228–238.
- Zhao, Q., Lu, H., and Zhang, D. (2006). A fast evolutionary pursuit algorithm based on linearly combining vectors. *Pattern Recognition*, 39(2):310–312.
- Zhao, W., Chellappa, R., and Krishnaswamy, A. (1998). Discriminant analysis of principal components for face recognition. In *Automatic Face and Gesture Recognition, 1998. Proceedings. Third IEEE International Conference on*, pages 336–341. IEEE.