

Correção de Pose Facial a Partir de Modelos 3D

Rafael A. Piemontez

piemontez@edu.univali.br

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

Eros Comunello

eros.com@univali.br

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

ABSTRACT

Facial recognition systems have to deal with a variety of problems for better accuracy results, such as lighting, obstruction, and pose variation, which occur when comparing an image to be detected with a previously identified image. In this context, this work aims to use a pose alignment technique developed by Gang Pan. Together with the Iterative Closest Point (ICP) and Average Face Model (AFM) techniques, in order to perform a pose correction, a beginning of 3D facial models, in fully faces (90°) or separately rotated, and test the result of this facial alignment with the Principal Component Analysis (PCA), Linear Discriminant Analysis (LDA), and Support Vector Machine (SVM) recognition and classification algorithms related to the Local Binary Pattern (LBP), Discrete Cosine Transform (DCT), and Gaussian Filter preprocessing techniques. The classification algorithms will be tested in parallel and independently counted, where one result will not interfere in any other case, with the use of identifying which algorithm has the best accuracy. To perform the tests, a facial, text, infrared and visible light database was created with frontal images on the left, right, top, bottom and random face pose, resulting in a population of 90 subjects and approximately 1600 colors.

KEYWORDS

3D Facial recognition, Pose correction, Iterative Closest Point

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de identificar rostos de diversas maneiras, em tempo real, seja em todos os ângulos ou parcialmente obstruído, era exclusivamente humana. Em 2001, foi desenvolvido, por Paul Viola e Michael Jones, o algoritmo denominado Viola-Jones [17], capaz de detectar através de computadores, rostos em tempo real, mas somente reconhece rostos vistos frontalmente no ângulo reto. Quatorze anos após a criação do algoritmo Viola-Jones, o mesmo foi superado pelo algoritmo Deep Dense Face Detector - DDFD [4], que identifica rostos em todos os ângulos.

Além de identificar rostos com facilidade, os humanos conseguem reconhecer indivíduos já vistos anteriormente. Algoritmos como o Engenfaces, criado em 1987 por Sirovich e Kirby [15], permitem que computadores, com um custo computacional elevado, consigam realizar tal tarefa, a partir de uma lista de imagens *bidimensionais* (2D) nomeadas [16]. O reconhecimento facial, é utilizado para realizar dois tipos de tarefas: comparar se duas imagens faciais pertencem a uma mesma pessoa e localizar um indivíduo em uma base de dados.

Uma característica importante do reconhecimento facial, a partir de imagens 2D, é que nenhuma abordagem individual possui boa precisão e que diferentes técnicas devem ser utilizadas para chegar ao resultado esperado. Além disso, o sistema de reconhecimento facial, é considerado a técnica menos intrusiva de biometria existente

[7]. Em comparação com outras técnicas de biometria, o reconhecimento facial oferece menor confiabilidade, necessita maior tempo para leitura das características do indivíduo e possui alto custo de implementação [12].

Sistemas de reconhecimento facial normalmente utilizam imagens de luz visível. Em um estudo sobre a influência das mudanças de iluminação no reconhecimento facial, Adini et.al [10] examinaram diversas técnicas e concluíram que: (i) as condições de iluminação, em especial, o ângulo da luz, alteram drasticamente a aparência do rosto; (ii) ao comparar imagens não processadas, as mudanças entre imagens de uma pessoa, sob diferentes condições de iluminação, são maiores do que aquelas entre imagens de duas pessoas sob a mesma iluminação; (iii) todos os filtros locais em estudo, não são capazes de superar as variações devido às mudanças na direção de iluminação.

Utilizar imagens do espectro Infravermelho (IR), para lidar com o problema de iluminação, é uma solução promissora [6], pois são menos variáveis às mudanças de iluminação que imagens do Espectro Visível (VIS), incluindo a escuridão total, e podem inclusive, identificar indivíduos com maquiagem em um simples disfarce [2]. O espectro infravermelho consiste nas radiações eletromagnéticas refletidas e térmicas, esta radiação pode ser percebida como calor. A radiação infravermelha mais comumente utilizada na aquisição de imagens pertencem ao espectro Infravermelho Próximo (NIR). As imagens NIR registram a radiação solar refletida pelos objetos, e as radiações térmicas como as emitidas pelo rosto humano. As câmeras NIR podem enxergar áreas apagadas e não visíveis por humanos.

Devido às imagens de infravermelho serem adquiridas por sensores de imagem em 2D, o reconhecimento facial por infravermelho também sofre com a sensibilidade às variações de pose ou de ponto de vista [18].

A variação de pose, durante o processo de reconhecimento facial, é outro motivo de preocupação, pois é um sério problema no processo de identificação facial. Um sistema pode tolerar pequenas variações de ângulos, mas torna-se um desafio quando o ângulo de rotação é maior em comparação a imagem disponível no banco de dados [8, 14].

O problema da pose, em particular, ainda não está totalmente resolvido [1]. As imagens de rostos capturadas em ambientes sem restrições, contêm uma variação significativa de poses, o que reduz o desempenho dos algoritmos de reconhecimento facial, que são projetados para reconhecer rostos frontais [3].

Para superar os desafios, do reconhecimento facial mencionados anteriormente, e também a baixa precisão, recentemente introduziu-se o reconhecimento facial 3D, devido a uma maior disponibilidade dos dispositivos de aquisição de imagens 3D [5], e relativa vantagem sobre as correspondentes representações 2D. Algumas vantagens em relação ao reconhecimento facial 2D, referem-se à independência

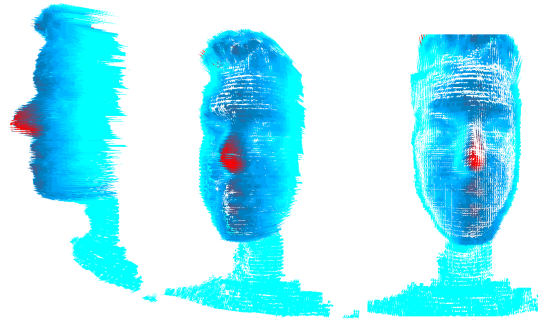


Figura 1: Imagem Facial 3D Utilizada para Reconhecimento.

de iluminação e a independência de pontos de vista da câmera [9, 13].

Uma importante etapa ao se trabalhar com biometria, é a aquisição adequada dos dados e seu pré-processamento, a fim de melhorar a extração dos dados [12]. Sem uma base de dados ou aquisição correta, um sistema pode se tornar inviável ou tomar, majoritariamente, decisões erradas.

2 SOLUÇÃO PROPOSTA

Apesar dos grandes avanços nas técnicas de reconhecimento facial, ainda existem muitos problemas em aberto. Neste contexto, este trabalho busca colaborar com o problema de variação de pose durante o reconhecimento facial 3D. Como solução proposta, será desenvolvida uma biblioteca de correção de pose, que combine as seguintes técnicas: o algoritmo criado no trabalho de [11], para analisar a direção do rosto através de modelos 3D; a técnica ICP, que minimiza a distância entre 2 modelos 3D; e a técnica AFM, para criar um modelo facial genérico, que servirá como modelo 3D e direção frontal de pose durante a aplicação da técnica ICP.

Para analisar a eficiência da correção de pose foi desenvolvida uma biblioteca de reconhecimento facial com as técnicas *Principal Component Analysis* (PCA), *Linear Discriminant Analysis* (LDA) e *Support-vector Machines* (SVM), com a finalidade de localizar um indivíduo em uma base de dados, e comparar se duas imagens faciais, pertencem a uma mesma pessoa. Em conjunto com a biblioteca de reconhecimento facial, serão aplicadas as técnicas de processamento de imagens *Local Binary Patterns* (LBP), *Discrete Cosine Transform* (DCT) e *Gaussian Filter*, com o intuito de extrair características das imagens faciais e remover ruídos destas imagens. Esta biblioteca, será utilizada para comparar a diferença de precisão do reconhecimento facial com a correção de pose e o reconhecimento facial sem correção de pose.

Para realizar os testes, foi criada uma base de dados faciais 3D, conforme Figura 1 com suas respectivas imagens VIS e IR, e desenvolvida uma ferramenta de testes, que combine as técnicas de pré-processamento e reconhecimento facial, propostas nos parágrafos anteriores, a fim de analisar e extrair a precisão do reconhecimento facial.

3 CONCLUSÃO

Foram modelados 90 faces 3D de voluntários, que aceitaram participar do estudo. Estes modelos de rosto 3D estão disponíveis na base de dados pública de nome RAP3DF-DATABASE.

A precisão alcançada nos testes de reconhecimento facial com os algoritmos de classificação foram de 72.6% para o PCA, 68.8% para a LDA e 62.9% para o SVM. Para alcançar esses resultados, foram testadas todas as combinações de pré-processamento com as técnicas informadas na Seção 2. O algoritmo PCA alcançou tal resultado combinando as técnicas AFM, ICP, filtro gaussiano e DCT, o algoritmo LDA combinou as técnicas AFM, ICP, filtro gaussiano LBP e o algoritmo SVM combinou as técnicas AFM, ICP, filtro gaussiano, DCT e LBP.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Abiantun, U. Prabhu, and M. Savvides. 2014. Sparse Feature Extraction for Pose-Tolerant Face Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 36, 10 (Oct 2014), 2061–2073.
- [2] George Bebis, Aglika Gyaourova, Saurabh Singh, and Ioannis Pavlidis. 2006. Face recognition by fusing thermal infrared and visible imagery. *Image and Vision Computing* 24 (07 2006), 727–742.
- [3] Changxing Ding, Chang Xu, and Dacheng Tao. 2015. Multi-Task Pose-Invariant Face Recognition. *IEEE transactions on image processing : a publication of the IEEE Signal Processing Society* 24 (03 2015).
- [4] Sachin Sudhakar Farfade, Mohammad J. Saberian, and Li-Jia Li. 2015. Multi-view Face Detection Using Deep Convolutional Neural Networks. In *Proceedings of the 5th ACM on International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR '15)*. ACM, New York, NY, USA, 643–650.
- [5] Shalini Gupta, Mia Markey, and Alan Bovik. 2007. *Advances and Challenges in 3D and 2D+3D Human Face Recognition*.
- [6] Jingu Heo, Besma Abidi, Joonki Paik, and Mongi Abidi. 2003. Face recognition: evaluation report for Facelt (R) Identification and Surveillance. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* (04 2003).
- [7] Stan Z. Li and Anil K. Jain. 2011. *Handbook of Face Recognition* (2nd ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
- [8] K. M. Malikhovich, I. S. Z. Ugli, and D. L. O'ktamovna. 2017. Problems in face recognition systems and their solving ways. In *2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. 1–4.
- [9] Jesús Mena-Chalco. 2010. *Reconstrução de faces 3D através de espaços de componentes principais*. Ph.D. Dissertation.
- [10] Yael Moses, Yael Adini, and Shimon Ullman. 1994. Face recognition: The problem of compensating for changes in illumination direction. In *Computer Vision — ECCV '94*, Jan-Olof Eklundh (Ed.). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 286–296.
- [11] Gang Pan, Shi Han, Zhaohui Wu, and Yueming Wang. 2005. *3D Face Recognition using Mapped Depth Images*. 175 pages.
- [12] H.M. Pinheiro. 2008. *Biometria nos Sistemas Computacionais - Você é a Senha. Vol. 1, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.* (2008), 62–63.
- [13] Silvia Pinto, Jesús Mena-Chalco, Fabrício Lopes, Luiz Velho, and Roberto Marcondes Cesar Jr. 2011. 3D facial expression analysis by using 2D AND 3D wavelet transforms. *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, 1281–1284.
- [14] K Singh, Mukesh Zaveri, and M. M. Raghuvanshi. 2010. Illumination and Pose Invariant Face Recognition: A Technical Review. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications* 2 (12 2010).
- [15] L. Sirovich and M. Kirby. 1987. Low-dimensional procedure for the characterization of human faces. *J. Opt. Soc. Am. A* 4, 3 (Mar 1987), 519–524.
- [16] Pentland A. Turk, M. 1991. Eigenfaces For Recognition. *Journal of cognitive neuroscience* (1991).
- [17] Paul Viola and Michael Jones. 2001. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. 511–518.
- [18] H. Zhou, A. Mian, L. Wei, D. Creighton, M. Hossny, and S. Nahavandi. 2014. Recent Advances on Singlemodal and Multimodal Face Recognition: A Survey. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems* 44, 6 (Dec 2014), 701–716.