

# Técnicas de detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face visando o reconhecimento biométrico

Alternative Title: Techniques for detecting and reconstructing partial occlusions in face images for biometric recognition

Jonas Mendonça Targino  
Universidade de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
jonas.mendonca@usp.br

Sarajane Marques Peres  
Universidade de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
sarajane@usp.br

Clodoaldo A. M. Lima  
Universidade de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
c.lima@usp.br

## RESUMO

Ao longo dos anos há um crescente incentivo ao uso da biometria com iniciativas a aperfeiçoar, e até mesmo substituir, os métodos tradicionais de segurança. Dentre as modalidades biométricas, a face destaca-se por ser comumente vista e utilizada em nossa rotina diariamente. Esta modalidade apresenta bons resultados quando apresentada a ambientes controlados, entretanto, em aplicações do mundo real, não apresenta resultados satisfatórios. Isso, devido a variações de iluminação, expressão, pose e oclusão encontradas ao coletar as imagens de faces nesses cenários. Comparada com as outras variações a oclusão é relativamente pouco estudada na área. Mediante esta problemática, este trabalho tem como objetivo principal investigar, avaliar, comparar e propor técnicas para detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face visando o reconhecimento biométrico.

## Palavras-Chave

Detecção de oclusão, reconstrução de faces, Oclusão, Face, Reconhecimento Biométrico

## ABSTRACT

Over the years there has been a growing incentive to use biometrics with initiatives to perfect, and even replace, traditional methods of security. Among the biometric modalities, the face stands out because it is commonly seen and used in our daily routine. This modality presents good results when presented to controlled environments, however, in real world applications, it does not present satisfactory results. This is due to variations in illumination, expression, pose, and occlusion encountered when collecting face images in these scenarios. Compared with the other variations occlusion is relatively little studied in the area. The main objective of this work is to investigate, evaluate, compare and propose

techniques for detection and reconstruction of partial occlusions in face images aiming at biometric recognition.

## CCS Concepts

•Computing methodologies → Biometrics; Image segmentation; Reconstruction; Feature selection;

## Keywords

Occlusion Detection, Face Reconstruction, Occlusion, Face, Biometric Recognition

## 1. INTRODUÇÃO

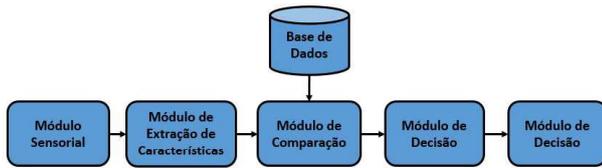
Mediante a enorme quantidade de informações e exigências provindas do processo de globalização, as estratégias tradicionais de reconhecimento de identidade tais como números PIN, *tokens*, senhas e cartões de identificação tornaram-se obsoletas [14], exigindo métodos de seguranças mais eficazes. Diante desse fato as técnicas tradicionais de segurança estão sendo facilmente fraudadas, trazendo preocupações no que diz respeito à sua facilidade de aquisição e utilização por parte de pessoas não-autorizadas e / ou até mesmo mal-intencionadas. Mediante tal problemática, surge um crescente incentivo ao uso da biometria, de modo a possibilitar métodos de reconhecimento mais eficientes e eficazes.

A Biometria refere-se a uma grande variedade de tecnologias utilizadas para identificar ou verificar a identidade de um indivíduo, por meio de análises e medidas de vários aspectos físicos e / ou comportamentais do ser humano [8]. Modalidades biométricas são características extraídas do corpo humano, que são únicas para cada indivíduo, podendo ser usadas para estabelecer sua identidade numa população. Existe uma quantidade considerável de modalidades biométricas, dentre as principais temos [10]: impressão digital [9], face [6], voz [2], palma da mão [11] e íris [17].

O processo de identificação biométrica pode ser dividido nas seguintes etapas: aquisição/segmentação, extração / seleção de características, comparação de características e armazenamento[14], essas etapas podem ser visualizadas com o auxílio da figura 1. Nos últimos anos, o reconhecimento biométrico sofreu grandes avanços significativos em termos de confiabilidade e precisão [12], e algumas modalidades biométricas vêm alcançando bons desempenhos em aplicações práticas. No entanto, mesmo os sistemas biométricos mais avançados ainda enfrentam alguns problemas [7].

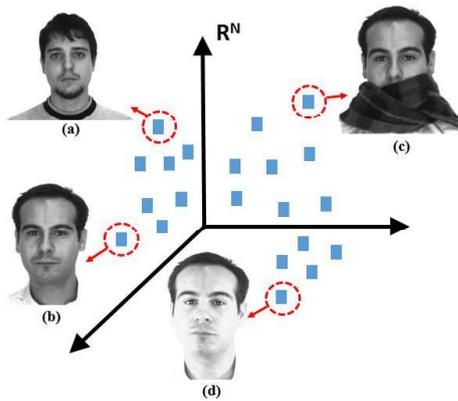
Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2018 June 4<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup>, 2018, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil  
Copyright SBC 2018.



**Figura 1: Etapas do processo de identificação biométrica**

Um desses exemplos é a face que atualmente vem apresentando progresso significativo em reconhecimento automático de face em condições controladas. Entretanto, a performance em condições não controladas é ainda insatisfatória [1]. Isso deve-se ao fato que os sistemas de reconhecimento facial quando apresentados a ambientes de coleta de mundo real (ambientes não colaborativos), frequentemente, lidam com condições não controladas e não previsíveis tais como variações na iluminação, pose, expressão e oclusão, as quais introduzem variações intraclasse e degradam a performance da estratégia de reconhecimento. Na figura 2 é possível perceber como a variação intraclasse promove o deslocamento das imagens de mesma classe no plano.



**Figura 2: Exemplos de variações intraclasse**

Visto essa problemática, este trabalho visa realizar um estudo comparativo das técnicas para detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face visando o reconhecimento biométrico, apresentando um artefato para a comunidade científica. Em que por meio desse artefato a comunidade possa obter uma visão holística das técnicas existentes na literatura como também seus prós e contras.

## 2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Comparada com problemas de pose, iluminação e expressão, o problema relacionado à oclusão é relativamente pouco estudado na área pela comunidade científica. Na figura 3 são apresentadas duas pessoas com variações de iluminação, pose, expressão e oclusão, esses tipos de variações sendo frequentemente encontradas em ambientes não colaborativos.

Embora tenha sido dada pouca atenção ao problema da oclusão na literatura de reconhecimento facial, a importância da mesma deve ser enfatizada, pois a presença de oclusão é algo muito comum em cenários não controlados e pode estar associada a várias questões de segurança.



**Figura 3: Dois casos de variações encontradas em ambientes não controlados**

É importante perceber que oclusões são encontradas frequentemente ao lidarmos com coleta de faces em ambientes não controlados, visto que o ruído ocasionado pela oclusão parcial pode ser ocasionado intencionalmente ou não. Em virtude que acessórios faciais como óculos de sol, cachecol, maquiagem facial e chapéu / boné são comuns na rotina diária de inúmeras pessoas. Sob outra perspectiva existem pessoas que utilizam véus por convicções religiosas ou hábitos advindos de sua cultura.

A oclusão também vem surgindo em ambientes de segurança, como por exemplo: (i) em recintos cirúrgicos em que a máscara de proteção cirúrgica é de uso obrigatório para todas as pessoas presentes naquele local; (ii) em atividades de construção civil, sendo obrigatório o uso de capacetes de segurança por questões preventivas, de modo a evitar possíveis riscos que possam ameaçar a segurança e a saúde no trabalho das pessoas em tais áreas; (iii) também frequentemente na Ásia oriental (por exemplo Japão, China) inúmeras pessoas utilizam máscaras para evitar a exposição a poluição do ar, evitando doenças cardiorrespiratórias; (iv) os ladrões de caixas eletrônicos na maioria das vezes utilizam bonés, cachecóis e / ou óculos de sol como forma a tentar impedir o reconhecimento de sua face.

Atacar todas as oclusões mencionadas acima no reconhecimento facial é essencial para fins de segurança e aplicação da lei. De maneira que identificar essas pessoas sem qualquer cooperação na remoção de oclusão devido a acessórios faciais traz grande conveniência e confiabilidade para os usuários em inúmeros cenários.

Por outro lado, identificar a presença de oclusões em locais restritos (por exemplo, hospital, área de construção) e revelar a identidade das pessoas nessas áreas garantem a segurança no ambiente. Da mesma forma, a detecção da presença de oclusão pode identificar pessoas suspeitas em certas áreas (por exemplo, estádio de futebol, bancos, caixas eletrônicos, lojas, aeroportos) e o reconhecimento facial (apesar da presença de oclusão) nessas áreas pode ajudar a polícia a identificar criminosos / fugitivos. Na figura 4 são apresentados diferentes tipos de oclusões parciais, sendo elas oclusões diariamente comuns e oclusões relacionadas a segurança. Em suma, o reconhecimento de faces parcialmente ocluídas é muito importante e possui muitas aplicações potenciais na área de vigilância.

Tentar tratar a oclusão e reconstruir a imagem da face é uma questão que pode possibilitar alto nível de contribui-



**Figura 4:** Ilustração de diferentes tipos de oclusões faciais: (a) oclusões faciais comuns em nossa rotina diariamente; (b) oclusões faciais relacionadas a questões de segurança

ção para os sistemas de reconhecimento presentes nos mais variados ambientes.

### 3. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos envolvendo técnicas baseadas em subespaço para reconstrução de faces parcialmente ocluídas vêm sendo propostas na literatura. [16], [15] e [13] utilizaram Análise de Componentes Principais (PCA) para reconstrução de imagens de face parcialmente ocluídas. Já [5] propôs a combinação de métodos baseados em subespaço (PCA), com Análise de Discriminante Linear (LDA), objetivando melhor reconstrução das imagens de face.

Mais recentemente, a classificação baseada em Representação Esparsa (SRC) tem alcançado desempenhos impressionantes no reconhecimento de imagens de face ocluídas. Wright *et al* [19] foi um dos primeiros a empregar SRC para reconhecimento de faces ocluídas. No qual a face ocluída é representada como uma combinação linear de todas as imagens presentes no conjunto de treinamento. A classificação foi realizada por meio da minimização da norma  $l_1$ . Já Yang *et al* [20] propuseram um método chamado Codificação Esparsa Robusta, que maximiza a estimativa da máxima verossimilhança do problema de codificação esparsa para oclusões não Gaussianas / Laplacianas de forma iterativa.

### 4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Existe um número considerável de técnicas propostas na literatura visando detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face. No entanto, não há estudos que sintetizem quais técnicas são mais apropriadas para determinado tipo e tamanho da oclusão.

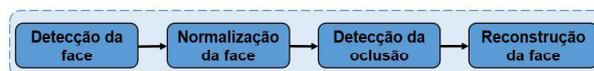
Neste trabalho pretende-se avaliar o impacto dessas técnicas na detecção e reconstrução de diferentes tipos de oclusão para o reconhecimento biométrico. Como resultado deste estudo, espera-se identificar os principais prós e contras dessas técnicas, como também eventuais limitações. Mediante isso, almeja-se sugerir qual técnica, ou combinação de técnicas é mais adequada para tratar determinado tipo de oclusão.

A presente proposta apresenta contribuição significativa em termos gerais. Os resultados dessa pesquisa serão de grande valia para pesquisadores que estão realizando pesquisas na área, como também iniciantes que almejam conhecimento holístico do estado de arte para desenvolvimento de futuras pesquisas, de modo a produzir um conhecimento significativo e enriquecimento para a área de biometria como também para os pesquisadores que almejam colaborar nessa vertente de estudos.

Em suma, este estudo pode contribuir significativamente para a área de reconhecimento facial. Visto que de acordo com [3] o estudo comparativo possui elevado grau de contribuição científica, dado que ele sugere similaridades e contrastes entre os casos, podendo participar da descoberta indutiva de novas hipóteses, e posteriormente a construção de novas teorias.

## 5. AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

Com iniciativas a preparar as imagens para o processo de extração de características, foram realizados alguns passos com o intuito de normalizar a imagem da face e com isso destacar a região facial. Possibilitando melhorias junto ao algoritmo de classificação. Na figura 5 é possível perceber as etapas a serem adicionadas ao processo tradicional de identificação de faces, quando almeja-se reconstruir faces parcialmente ocluídas.



**Figura 5:** Etapas necessárias para detecção e reconstrução da parte ocluída

Antes de tudo, todas as imagens de face foram convertidas para escala de cinza. E logo em seguida aplicado o algoritmo de Viola-Jones [18] com motivações a detectar a região da face nas imagens, com isso, reduzindo a influência do fundo da imagem para a tarefa de classificação. Logo após esse processo, as imagens foram redimensionadas para a dimensão (128 x 128) pixels. Com o auxílio da figura 6 é possível perceber como é o procedimento do algoritmo Viola-Jones no processo de detecção da região facial.



**Figura 6:** Exemplo de duas faces após a aplicação do algoritmo Viola-Jones

Após a aplicação das técnicas de detecção e reconstrução foi aplicada a extração de características com o auxílio da Transformada Wavelet utilizando a família de funções *Daubechies* e *Symlets*, usando o terceiro nível de decomposição, pois como afirma [4] esse nível apresenta bons resultados de identificação.

As técnicas de detecção e reconstrução estão sendo avaliadas tomando por base duas estratégias, (i) análise de PSNR (Pico Sinal Ruído); e (ii) taxa de reconhecimento, sendo obtida com o auxílio de diferentes classificadores (Redes Neurais Artificiais, Máquinas de Vetores Suporte e Floresta de Caminhos Ótimos). Teste de significância estatística será realizado para identificar as melhores e piores técnicas para determinado tipo de oclusão.

## 6. ATIVIDADES REALIZADAS

Neste projeto as seguintes atividades foram realizadas: (i) um estudo exploratório referente à biometria, com ênfase

em reconhecimento biométrico baseado em imagens de face com oclusão parcial; (ii) a partir desse estudo exploratório foi realizada uma revisão sistemática com foco em técnicas de detecção e reconstrução de faces com oclusões parciais visando o reconhecimento biométrico. Com base nessa revisão, foi possível identificar que existe um número considerável de técnicas para detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face; (iii) implementação das técnicas para detecção de oclusões parciais; (iv) implementação de técnicas baseadas em subespaço para a tarefa de reconstrução; (v) implementação das técnicas baseadas em modelo para a tarefa de reconstrução; (vi) e por último e não menos importante, implementação dos classificadores para consequentemente obter-se a acurácia de identificação. A figura 7 apresenta algumas reconstruções baseadas em subespaço.

Todos esses experimentos estão sendo implementados nas linguagens de programação Matlab<sup>1</sup> e Python<sup>2</sup>.

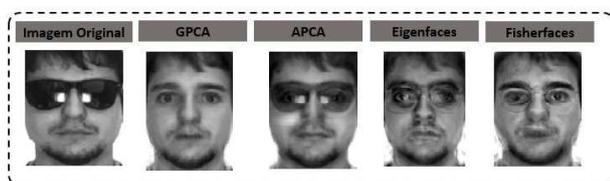


Figura 7: Exemplos de imagens reconstruídas por meio de métodos baseados em subespaço

## 7. CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho é investigar, implementar, avaliar, propor e comparar as técnicas para detecção e reconstrução de oclusões parciais em imagens de face visando o reconhecimento biométrico.

Com isso, pretende-se fornecer embasamento teórico para futuros pesquisadores, possibilitando um artefato de consulta que apresente detalhadamente cada técnica, seus prós, contras e eventuais limitações. O resultado desse trabalho trará contribuições científicas para a área.

Nas contribuições científicas, espera-se somar ao corpo do conhecimento: (i) um artefato de consulta apresentando os prós, contras e limitações de cada técnica de reconstrução; (ii) um repositório de consulta para que pesquisadores interessados na área possam reutilizar os códigos; (iii) uma notação matemática unificada para as técnicas com iniciativas a evitar viés no entendimento das mais variadas técnicas.

## 8. REFERÊNCIAS

- [1] A. Aisha, S. Muhammad, S. J. Hussain, and R. Mudassar. Face recognition invariant to partial occlusions. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 8(7):2496–2511, 2014.
- [2] B. Beranek. Voice biometrics: success stories, success factors and what’s next. *Biometric Technology Today*, 2013(7):9 – 11, 2013.
- [3] D. Collier. The comparative method. In *Political Science: The State of the Discipline II*, pages 105–119. American Political Science Association, 1993.
- [4] D. M. M. d. Costa. *Ensemble baseado em métodos de Kernel para reconhecimento biométrico multimodal*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2011.
- [5] S. Fidler, D. Skoca, and A. Leonardis. Combining reconstructive and discriminative subspace methods for robust classification and regression by subsampling. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(3):337–350, March 2006.
- [6] G. Ghiasi and C. C. Fowlkes. Occlusion coherence: Localizing occluded faces with a hierarchical deformable part model. In *Proceedings of the IEEE Conf. on Comp. Vision and Pattern Recognition*, 2014.
- [7] G. Ghiasi, C. C. Fowlkes, and C. Irvine. Using segmentation to predict the absence of occluded parts. In *BMVC*, pages 22–1. Citeseer, 2015.
- [8] M. Hassaballah and S. Aly. Face recognition: challenges, achievements and future directions. *IET Computer Vision*, 9(4):614–626, 2015.
- [9] A. K. Jain, P. Flynn, and A. A. Ross. *Handbook of Biometrics*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2007.
- [10] A. K. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar. An introduction to biometric recognition. *IEEE Trans. on circuits and systems for video tech.*, 14(1):4–20, 2004.
- [11] A. Kong, D. Zhang, and M. Kamel. A survey of palmprint recognition. *Pattern Recognition*, 42(7):1408 – 1418, 2009.
- [12] M. A. Lone, S. Zakariya, and R. Ali. Automatic face recognition system by combining four individual algorithms. In *Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), 2011 Int. Conf. on Communication Systems*, pages 222–226. IEEE, 2011.
- [13] A. Rama, F. Tarres, L. Goldmann, and T. Sikora. More robust face recognition by considering occlusion information. In *8th IEEE Int. Conf. on Automatic Face Gesture Recognition*, pages 1–6, Sept 2008.
- [14] M. Sharif, S. Mohsin, and M. Y. Javed. A survey: Face recognition techniques. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Tech*, 4(23):4979–4990, 2012.
- [15] M. Sharma, S. Prakash, and P. Gupta. An efficient partial occluded face recognition system. *Neurocomputing*, 116:231–241, 2013.
- [16] J. Shermina and V. Vasudevan. Recognition of the face images with occlusion and expression. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 26(03):1256006, 2012.
- [17] N. F. Soliman, E. Mohamed, F. Magdi, F. E. A. El-Samie, and A. M. Efficient iris localization and recognition. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 140:469 – 475, 2017.
- [18] P. Viola and M. J. Jones. Robust real-time face detection. *International journal of computer vision*, 57(2):137–154, 2004.
- [19] J. Wright, A. Y. Yang, A. Ganesh, S. S. Sastry, and Y. Ma. Robust face recognition via sparse representation. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 31(2):210–227, Feb 2009.
- [20] M. Yang, L. Zhang, J. Yang, and D. Zhang. Robust sparse coding for face recognition. In *CVPR 2011*, pages 625–632, June 2011.

<sup>1</sup><https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

<sup>2</sup><https://www.python.org/>