

Controle de Acesso com Reconhecimento Facial: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Caio César Sabino Soares, Rudimar Luís Scaranto Dazzi, Anita Maria da Rocha Fernandes, Eduardo Alves da Silva

caio.soares@edu.univali.br,{rudimar,eas,anita.fernandes}@univali.br

Universidade do Vale do Itajaí
Itajaí, Santa Catarina, Brasil

ABSTRACT

With the aim of identifying how facial recognition is used in monitoring and attendance control systems, this study presents a systematic literature review (SLR) on the topic. It was found that the most employed Artificial Intelligence technique was *Convolutional Neural Networks* (CNN). Regarding algorithmic approaches, the *Haar Cascade Classifier* was used in most studies. Concerning the *datasets*, proprietary databases were the most frequent. In terms of the number of images in the *datasets*, the analyzed studies ranged from small experimental sets to databases with millions of images, and the employed *hardware* ranged from affordable devices to high-performance GPUs. The test scenarios explored both controlled environments, with variations in lighting and angles, and practical applications in real-world settings. Finally, accuracy rates ranged from 78.40% to 100%, with an average of 96.02%, while precision rates varied between 80% and 100%, with an average of 94.98%. The main contributions of this study lie in identifying the most effective techniques, the challenges faced, and the gaps that may guide future studies.

KEYWORDS

Smart sensors, assistive technology, hearing impaired, deafness, internet of things;

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento facial é amplamente debatido e faz parte de contextos do cotidiano. Essa tecnologia consiste na capacidade de identificar uma pessoa com base em uma imagem digital ou vídeo. Para isso, utilizam-se algoritmos avançados para detectar e analisar características faciais [1]. Por meio de extensas bases de dados e conexões de alta velocidade, esses sistemas capturam, processam e catalogam detalhes faciais únicos de cada indivíduo. Esses dados podem ser utilizados em uma variedade de aplicações, que vão desde o desbloqueio de dispositivos pessoais até sistemas de segurança, vigilância e controle de acesso [2].

De forma geral, um sistema de reconhecimento facial funciona utilizando tecnologia biométrica para mapear características faciais de uma pessoa a partir de uma fotografia ou vídeo. Essas informações são então comparadas com um banco de dados de rostos previamente registrados, buscando traçar correspondências [2].

No âmbito do controle de acesso, o reconhecimento facial pode oferecer um meio eficiente para registrar a presença de indivíduos e certificar que as pessoas devidamente autorizadas ocupem os espaços ou locais nos momentos apropriados [3]. Por exemplo, em instituições de ensino, o controle de frequência com o monitoramento por imagem pode ser aprimorado com o reconhecimento

biométrico e viabilizar que alunos e professores sejam identificados assim que ocupem as salas de aulas [4].

Apesar de já existirem métodos para controle de acesso ao meio, tais como cartões de identificação, *tags* por aproximação, *barcodes* e correlatos, ainda há a possibilidade de acesso indevido por fraude, falha humana ou falha informatizada, o que pode acabar comprometendo a segurança do ambiente [5]. O reconhecimento facial é uma alternativa para aprimorar o monitoramento e se relaciona nos campos do Aprendizado de Máquina e da Segurança.

Dessa forma, este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura (RSL), a fim de identificar como o reconhecimento facial é utilizado em sistemas de controle de acesso, bem como, quais as técnicas mais adotadas, bases de dados, taxas de precisão e viabilidade de uso. Apresenta-se como resultado inicial a resposta à seguinte pergunta de pesquisa: Quais as técnicas de reconhecimento facial para controle de acesso são mais utilizadas em sistemas de monitoramento e controle de frequência?

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa se apoiou na lista de verificação *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA¹). Além disso, baseou-se no planejamento e condução das atividades e relatoria com uso da plataforma Parsifal².

No planejamento, o protocolo inicial foi definido com o objetivo da pesquisa e:

- *população* – quem: ambientes empresariais, escolares e universitários;
- *intervenção* – o que ou como: solução em visão computacional com controle de acesso;
- *comparação* – comparado ao que: artigo, mapeamento sistemático;
- *saída* – o que se pretende comprovar: algoritmo, hardware, protocolos, técnicas;
- *contexto* – em que tipo de circunstâncias: inteligência artificial, visão computacional, reconhecimento facial.

Seguiu com a definição das questões a serem respondidas com a leitura dos artigos, palavras-chave e sinônimos. Na sequência, a *string* de busca para pesquisar nas bases de dados foi elaborada e é ("*AI*"OR "*artificial intelligence*"OR "*computational vision*"OR "*computer vision*") AND ("*access control*"OR "*face recognition*"OR "*facial recognition*"). As bases de busca adotadas são representadas na Tabela 1. Os critérios de inclusão e exclusão dos artigos são:

¹Disponível em <https://www.prisma-statement.org/>

²Disponível em <https://parsif.al>

- (1) **inclusão:** técnica de reconhecimento facial com uso de inteligência artificial;
- (2) **exclusão:** estudo fora do escopo/área; inacessível ou sem livre acesso; sem métricas quantitativas e resultados mensuráveis; puramente teórico sem validação das propostas por meio de experimentos; como parte de um sistema maior, constituindo foco divergente; duplicados.

Além disso, foram utilizados filtros para compor as buscas nas bases, definindo o idioma para português, inglês ou espanhol, bem como limitando-se a periódicos publicados entre os anos 2020 a 2024.

Tabela 1: Quantidade de artigo por base de busca utilizada.

Bases	Nº de artigos (%)
Scopus	125 (34,3%)
Engineering Village	94 (25,8%)
Web of Science	58 (15,9%)
ACM Digital	42 (11,5%)
IEEE Xplore	26 (7,1%)
ScienceDirect	8 (2,2%)
Embase	7 (1,9%)
PubMed	4 (1,1%)

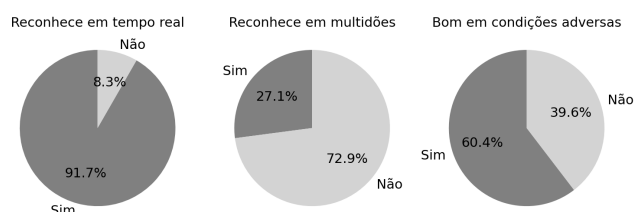
Com a execução do protocolo e busca nas bases de dados, seguidos pela filtragem orientada pelos critérios de inclusão e exclusão, bem como, com os filtros definidos, os resultados da RSL é reportado na sequência.

3 RESULTADOS

Obteve-se 364 artigos nas oito bases de busca. Os artigos passaram por uma verificação automática no Parsifal para eliminar duplicatas, totalizando 199 duplicatas. Os estudos restantes foram analisados para aceite ou exclusão. Após a aplicação dos critérios, uma listagem preliminar de 48 artigos aceitos foi considerada, ou seja, 117 estudos foram descartados. Os estudos acabaram sendo removidos pelos seguintes motivos: fora do escopo/área (46); foco do reconhecimento facial divergente do objeto de estudo (23); puramente teórico sem validação por meio de experimentos (19); inacessível ou sem livre acesso (15); sem métricas quantitativas e resultados mensuráveis (14). Dos artigos selecionados, verificou-se que 44 (91,67%) apresentam a capacidade de reconhecimento em tempo real, enquanto que apenas 13 (27,08%) conseguem lidar com reconhecimento em multidões. Cerca de 29 (60,42%) artigos relatam explicitamente que as técnicas utilizadas conseguem lidar com condições adversas específicas, como baixa iluminação, ângulo variável, distância, poses, mudanças nas características faciais, oclusões parciais da face ou imagens borradas. A **Figura 1** apresenta um sumário com o número de artigos com reconhecimento em tempo real, em multidões e que consideram condições adversas.

Entre os 48 artigos analisados, as cinco técnicas de Inteligência Artificial (IA) mais utilizadas foram: *Convolutional Neural Networks* (CNN), empregadas em 26 estudos (54,17%), seguidas por Redes Neurais (RN) com 14 artigos (29,17%), e Aprendizado Profundo (*Deep Learning* - DL) em 13 trabalhos (27,08%). Além disso, o Aprendizado de Máquina Tradicional (*Machine Learning* - ML) foi aplicado em

Figura 1: Classificação de estudos com reconhecimento em tempo real, em multidões e que consideram condições adversas.



11 artigos (22,92%), enquanto o Aprendizado de Máquina Supervisionado (AMS) apareceu em 2 estudos (4,17%). Todos os artigos trouxeram dados mostrando quais métodos de IA utilizaram e a **Tabela 2** sintetiza estas informações na segunda coluna.

Já no que tange às técnicas algorítmicas, as mais frequentemente empregadas foram: *Haar Cascade Classifier* (HCC), utilizada em 15 estudos (31,25%), seguida por LBPH (*Local Binary Patterns Histogram*), presente em 6 artigos (12,50%). As abordagens Dlib (Python), FaceNet (FN) e ResNet (RN) tiveram uma representatividade igual, cada uma sendo aplicada em 5 trabalhos (10,42%). Todos os artigos mencionaram as técnicas empregadas e a **Tabela 2** sintetiza estas informações na terceira coluna.

Os artigos analisados utilizaram *datasets* de tamanhos variados, abarcando bases conhecidas como *CASIA-WebFace*, com 500 mil imagens, e LFW (*Labeled Faces in the Wild*), com 13 mil imagens. Em alguns casos, os *datasets* ultrapassaram milhões de imagens, enquanto outros estudos não especificaram o porte. Os *datasets* mais utilizados foram: Bases próprias ou Personalizadas (BP), empregadas em 18 estudos (37,50%), seguidas por LFW, presente em 7 artigos (14,58%). Os *datasets* *Yale Face dataset* (YF), *ORL Face dataset* (ORL) e *FDDB* (*Face Detection dataset and Benchmark*) foram utilizados em 2 estudos cada (4,17%). Além disso, 27 outros *datasets* foram adotados de forma variada (56,25%) em 27 artigos, enquanto 14 artigos (29,17%) não informaram o *dataset* utilizado. Essa diversidade reflete a ampla gama de abordagens para avaliação de técnicas de reconhecimento facial, com destaque para a utilização de bases próprias, que permitem atender a necessidades específicas. A **Tabela 2** sintetiza estas informações na quarta coluna.

Tabela 2: Comparação das técnicas, Algoritmos e Datasets mais presentes nos estudos.

Posição	IA (%)	Algoritmo (%)	Dataset (%)
1º	CNN (54,17%)	HCC (31,25%)	BP (37,50%)
2º	RN (29,17%)	LBPH (12,50%)	LFW (14,58%)
3º	DL (27,08%)	Dlib (10,42%)	YF (4,17%)
4º	ML (22,92%)	FN (10,42%)	ORL (4,17%)
5º	AMS (4,17%)	RN (10,42%)	FDDB (4,17%)

Os cenários de teste analisados variaram entre ambientes controlados e reais. Em condições controladas, foram exploradas variações de iluminação, ângulos e poses, enquanto os cenários reais incluíram aplicações práticas, como salas de aula e vigilância, enfrentando desafios como iluminação variável e distâncias diferentes. Os testes

também abordaram condições adversas, como baixa iluminação e angulação, o que demonstra preocupação em validar a robustez e a eficácia das soluções em situações distintas.

Os artigos analisados mostram uma variação no *hardware* utilizado, indo de dispositivos acessíveis, como *Raspberry Pi*, *Arduino Uno* e *webcams* simples, até equipamentos de alto desempenho, como GPUs NVIDIA e *workstations* otimizadas. A escolha do *hardware* é influenciada pelas condições de teste, complexidade dos modelos e objetivos das aplicações, destacando a viabilidade de sistemas escaláveis e flexibilidade conforme os recursos disponíveis.

Os estudos analisados reportaram taxas de precisão variando entre 78,40% e 100%, com uma média de 96,02% e mediana de 97,00%, evidenciando desempenhos elevados na maioria dos casos. A proximidade entre média e mediana reflete uma alta concentração de valores entre 96% e 100%, enquanto o desvio padrão de 4,42% indica consistência nos resultados. No entanto, valores inferiores, como 78,40%, representam exceções associadas a condições experimentais desafiadoras ou metodologias menos robustas. Além disso, em 17 artigos (35,42%), as taxas de precisão não foram informadas, limitando a abrangência da análise geral e apontando a necessidade de maior padronização no reporte de resultados. Esses dados demonstram o avanço das tecnologias de reconhecimento facial, ao mesmo tempo em que reforçam a importância de detalhamento metodológico e de algoritmos capazes de manter alta precisão em contextos variados.

Por outro lado, as taxas de acurácia nos artigos variaram entre 80% e 100%, com uma média de 94,98% e mediana de 96,29%, indicando que a maioria dos sistemas de reconhecimento facial alcança desempenhos elevados. O desvio padrão de 4,67% reflete uma variação moderada entre os valores, sugerindo consistência nos resultados, apesar das diferenças nos métodos e condições experimentais. Metade dos estudos apresentou taxas superiores a 96%, enquanto 20% alcançaram a acurácia máxima de 100%, em contextos ideais. Taxas intermediárias, entre 90% e 96%, são comuns, refletindo boa precisão em aplicações práticas, mas com possíveis limitações em cenários adversos. Apenas 14% dos estudos apresentaram valores abaixo de 90%, geralmente relacionados a condições desafiadoras, como baixa qualidade de imagem ou iluminação inadequada. Além disso, em 12 artigos (25%) as taxas de acurácia não foram informadas, o que pode limitar a análise global e indica uma lacuna na padronização do reporte de resultados. Esses dados destacam o avanço e a confiabilidade das tecnologias de reconhecimento facial, embora ressaltem a necessidade de maior transparência e de soluções mais robustas para contextos do mundo real e não apenas em ambientes controlados.

Os resultados obtidos demonstram que os cinco artigos com as maiores precisões, que avaliam a proporção de previsões corretas entre todas as identificações positivas realizadas pelo modelo, são os trabalhos de [6–8] e [9] com 100% de precisão [6–9]. Enquanto o trabalho [10] apresentou uma precisão ligeiramente inferior de 99,98%. Quanto às maiores acurácias, que medem a proporção geral de previsões corretas em relação ao total de amostras, destacam-se os cinco artigos com 100% de acurácia [7, 8, 11–13]. Esses resultados ressaltam a eficácia e confiabilidade dos modelos analisados nos estudos, tanto em termos de qualidade das classificações positivas quanto em desempenho global.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o presente, os artigos apresentaram soluções algorítmicas distintas para controle de acesso com reconhecimento facial. Os estudos evidenciam que as vantagens se concentram em características-chave para o aprimoramento de sistemas de reconhecimento facial. Destaca-se a alta precisão alcançada por meio de algoritmos robustos, oferecendo soluções de processamento em tempo real com eficiência. Além disso, as tecnologias demonstraram flexibilidade para operar em ambientes adversos, como variações de iluminação e presença de multidões.

Espera-se, como continuidade da pesquisa, uma análise em termos de complexidade e de requisitos das soluções apresentadas. Além disso, uma avaliação das lacunas existentes na metodologia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Vice-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] V. Orvalho. Reconhecimento facial. *Revista Ciência Elementar*, 7(4):73–77, 2019. URL <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>.
- [2] S. M. C. de A. Negri, S. R. de Oliveira, and R. S. Costa. O uso de tecnologias de reconhecimento facial baseadas em inteligência artificial e o direito à proteção de dados. *Revista Direito Público*, 17(93):82–103, 2020. URL <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>.
- [3] N. Anjeana and K. Anusudha. Real time face recognition system based on yolo and insightface. *Multimedia Tools and Applications*, 83(1):31893–31910, 2023. URL <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>.
- [4] S. Khan, A. Akram, and N. Usman. Real time automatic attendance system for face recognition using face api and opencv. *Wireless Personal Communications*, 113(1):469–480, 2020. URL <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>.
- [5] J. de S. Santos. Reconhecimento facial para a identificação de pessoas em ambientes restritos: um estudo avaliativo. *Universidade Federal do Rio Grande do Norte*, page 64, 2020. URL <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>.
- [6] P. Pattnaik and K. K. Mohanty. Ai-based techniques for real-time face recognition-based attendance system- a comparative study. *18th IEEE International Conference on Image Processing*, 18(1):1034–1039, 2020. URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/9297643>.
- [7] L. Jiang and X. Liu. Application research of computer artificial intelligence face recognition technology in student file management information system. *3rd Asia-Pacific Conference on Communications Technology and Computer Science*, 3(1):571–574, 2023. URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/10145218>.
- [8] Bing-Yuh Lu, Jixin Liu, Zhongyong Wang, Hongmei Li, Juhui He, Xing Wen, Peixin Chen, Jingquan Chen, Weijun Lai, and Cancheng Huang. Smart mirror activated by user's face recognition with simulation of artificial intelligence classifier. *25th International Conference on Advanced Communication Technology*, 25(1):23–27, 2023. URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/10079381>.
- [9] S. Girmay, F. Samsom, and A. M. Khattak. Ai based login system using facial recognition. *5th Cyber Security in Networking Conference*, 5(1):107–109, 2021. URL <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123204182&doi=10.1109%2FCSNet52717.2021.9614281&origin=inward&txGid=dfa349b29aac34793713ed9433f40155>.
- [10] J. Capote-Leiva, M. Villota-Rivillas, and J. Muñoz-Ordóñez. Access control system based on voice and facial recognition using artificial intelligence. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(6):2342–2348, 2022. URL <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85123204182&doi=10.1109%2FCSNet52717.2021.9614281&origin=inward&txGid=dfa349b29aac34793713ed9433f40155>.
- [11] W. Li, J. Li, and J. Zhou. Application research of computer artificial intelligence face recognition technology in student file management information system. *Advances in Multimedia*, 2022(1):9, 2022. URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/9146711>.
- [12] C. et al. Chang. Design and implementation of a real-time face recognition system based on artificial intelligence techniques. *Multimedia Systems*, 30(2):9, 2024. URL <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1007/s00530-024-01306-y>.
- [13] N. et al. Hiremani. Artificial intelligence-powered contactless face recognition technique for internet of things access for smart mobility. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1):11, 2022. URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/8750840>.