

Sistema Inteligente de Verificação de Acesso por Reconhecimento Facial

1st Arthur Jansen Oliveira

Engenharia de Software

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

arthur.jansen@sga.pucminas.br

2nd Bárbara Mattioly Andrade

Engenharia de Software

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

barbara.andrade@sga.pucminas.br

3rd Eduardo Augusto Brito

Engenharia de Software

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

eduardo.brito@sga.pucminas.br

4th Gustavo Henrique Dos Santos Riegert

Engenharia de Software

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

ghsriegert@sga.pucminas.br

5th Laura Enísia Rodrigues Melo

Engenharia de Software

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

laura.enisia@sga.pucminas.br

Abstract—O reconhecimento facial é uma das áreas mais promissoras da visão computacional, com aplicações que vão desde sistemas de segurança até personalização de serviços. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação para detecção e reconhecimento de rostos em tempo real, utilizando modelos de redes neurais. O principal objetivo é possibilitar o reconhecimento facial a partir de imagens capturadas em tempo real por uma *webcam*, com a inclusão dinâmica de novos rostos na base de dados. Foram empregados os modelos *YuNet* para detecção e *SFace* para reconhecimento, integrados com a biblioteca *OpenCV* em *Python*. Os testes realizados demonstraram que o sistema é capaz de identificar múltiplos rostos com boa precisão, inclusive em ângulos laterais e com iluminação variada. Os resultados indicam que a solução é eficaz para aplicações que demandam reconhecimento facial ágil e em tempo real.

Index Terms—*YuNet*, *SFace*, Reconhecimento Facial, Redes neurais

I. INTRODUÇÃO

A popularização das tecnologias de reconhecimento facial tem alterado significativamente a forma como se interage com sistemas de segurança, autenticação e personalização [1]. Estudos recentes apontam que o reconhecimento facial é uma das áreas mais promissoras da visão computacional, ao qual apresenta uma ampla gama de aplicações, desde sistemas de vigilância até interface de usuários em dispositivos móveis [2]. Diante disso, é crucial desenvolver métodos eficazes que realizem tanto a detecção, quanto o reconhecimento de faces em tempo real, promovendo interações mais eficientes e seguras.

Dessa forma, o trabalho tem como problema central **a eficiência na detecção e reconhecimento de rostos**, tarefa que apresenta desafios únicos, como variações na iluminação, posições angulares das faces e presença de obstruções [3]. A relevância dessa pesquisa reside na inovação de soluções que, além de aumentar a precisão das identificações, possibilitará o cadastro ágil de novas faces pelo usuário, aumentando a base de dados de reconhecimento sem comprometer a performance em tempo real.

Dessa maneira, o projeto possui como objetivo principal **desenvolver um sistema que detecte rostos através da webcam e reconheça faces utilizando embeddings gerados por redes neurais**, permitindo a inclusão de novos rostos a partir de sua adição em uma pasta usada para o treinamento. Entre as funcionalidades destacadas, o sistema oferecerá a detecção em tempo real e *feedback* visual através de indicações na tela, como retângulos delimitadores das faces e nomes reconhecidos.

Por meio da utilização de modelos *Open Neural Network Exchange* (ONNX), um formato otimizado para a execução de redes neurais, o sistema será projetado para maximizar a eficácia da detecção e do reconhecimento [4]. Adicionalmente, o sistema administrará a memória de forma a reter informações relevantes do ambiente em execução [5]. Além disso, os requisitos para a implementação do sistema, reforça a necessidade de um ambiente adequado para que as operações de reconhecimento facial sejam executadas com qualidade, considerando fatores como qualidade de imagem e iluminação. Modelos tradicionais de detecção facial apresentavam bons

resultados para rostos frontais, mas enfrentavam dificuldades com rostos em ângulos laterais ou com variações na orientação da cabeça. A introdução do *YuNet*, modelo utilizado neste estudo, representou um avanço significativo na superação dessas limitações [6].

As abordagens e as ferramentas adotadas neste trabalho reforçam o papel fundamental do desenvolvimento de métodos para o reconhecimento facial, destacando sua relevância tanto em aplicações práticas, como o controle de acesso e a personalização de serviços, quanto para o avanço da área de visão computacional e inteligência artificial. Ao permitir a integração eficiente de novas faces ao sistema e o reconhecimento em tempo real, este projeto contribui diretamente para ampliar os horizontes de pesquisa e aplicação das tecnologias de identificação, demonstrando potencial para inovar e impactar setores que demandam soluções confiáveis em segurança e automação.

II. MÉTODO

Nesta seção, são descritas as fases, ferramentas e procedimentos utilizados para a realização deste estudo. Para a condução do experimento foi utilizado como base um código disponibilizado no *Kaggle*, o qual passou por modificações para permitir a detecção e identificação contínua de múltiplos rostos em tempo real. Além disso, o modelo de detecção foi atualizado para a utilização do *YuNet*.

O *YuNet* foi adotado por ser um detector facial leve e eficiente, projetado para oferecer um equilíbrio ideal entre precisão e velocidade, mesmo em dispositivos com recursos computacionais limitados [6]. A arquitetura do *YuNet* é composta por três componentes principais: *backbone*, *neck* e *head*. O *backbone* realiza a extração de características faciais e utiliza convoluções separáveis *depthwise* (DW) 3x3, o que garante alta eficiência computacional e redução no número de parâmetros. O bloco DW (DWBlock), que contém duas unidades DW (DWUnits), contribui para a eficiência do processamento.

A arquitetura do modelo *YuNet* foi incorporada ao sistema de autenticação facial, permitindo a identificação precisa de indivíduos autorizados sob diferentes ângulos e condições de iluminação. A linguagem adotada para implementação do algoritmo de reconhecimento facial foi o *Python* (versão 3.10), pela sua ampla adoção em ciência de dados e pela vasta disponibilidade de bibliotecas para análise e manipulação de dados. Além disso, foi utilizada a biblioteca *OpenCV* (versão 4.8.0.76) para integração com o modelo *YuNet* e manipulação de imagens. A captura das imagens faciais foi realizada por meio da *webcam* do computador, a qual serviu como fonte de entrada em tempo real para o sistema de detecção facial.

A aplicação recebe como entrada imagens em tempo real, capturadas pela *webcam* do computador, além de arquivos de rostos previamente salvos no formato de imagem e modelos *ONNX* dos algoritmos *YuNet* e *SFace*. Na primeira etapa, representada na Figura 1, são carregados os modelos *ONNX*: o *YuNet*, utilizado para detecção de rostos, e o *SFace*, responsável pelo reconhecimento facial. Na etapa 2

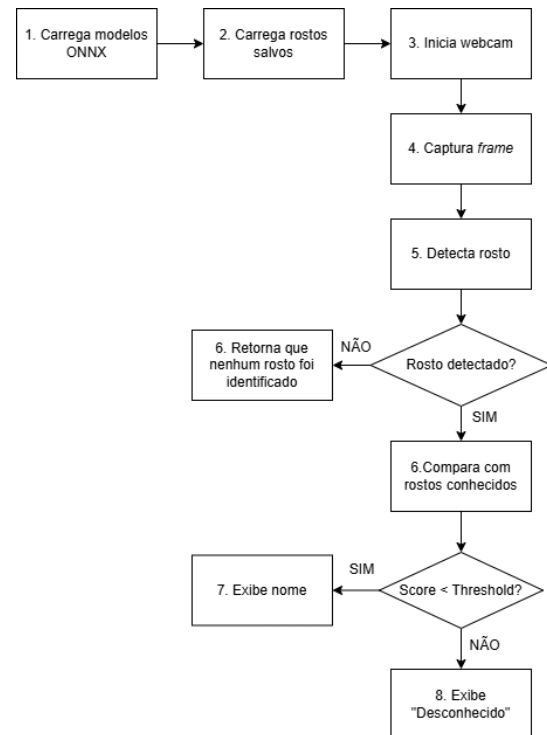


Fig. 1. Representação em etapas do funcionamento da aplicação

(Carregamento de rostos salvos) o modelo *SFace* extrai de cada rosto detectado um vetor numérico que representa suas características (nomes e rostos conhecidos) e o *YuNet* realiza a detecção dos rostos. Esses modelos já foram previamente treinados em grandes bases de dados, foram disponibilizados no *GitHub*, convertidos para o formato *ONNX* e estão prontos para uso com a biblioteca *OpenCV*.

Nas etapas 3 e 4 (início da *webcam* e captura do *frame*), ocorre a captura em tempo real da imagem para que na etapa seguinte, aconteça a detecção dos rostos com o *YuNet*. Caso nenhum rosto seja detectado na imagem, na etapa 6 a aplicação retorna uma mensagem informando que nenhum rosto foi identificado. Por outro lado, se um rosto for detectado, o vetor de características faciais é extraído utilizando o modelo *SFace*. Em seguida, esse vetor é comparado com os vetores previamente extraídos dos rostos salvos. A comparação é feita por meio de uma métrica de similaridade, que avalia o quão semelhante o rosto detectado é em relação aos rostos armazenados.

Se a similaridade for maior que um limiar pré-definido (*threshold*) de 1.128, a aplicação identifica o rosto como pertencente a uma das pessoas conhecidas e exibe essa identificação na imagem, juntamente com a delimitação do rosto. Caso contrário, o rosto é classificado como "desconhecido", e a imagem é exibida com essa indicação. Caso seja solicitado o cadastro de um novo rosto, o sistema permite inserir o nome correspondente ao indivíduo detectado e armazena tanto a imagem capturada quanto o vetor de características gerado pelo *SFace*. Esse novo vetor é então

adicionado à base de dados, possibilitando o reconhecimento do novo rosto.

III. RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos a partir da implementação e dos testes realizados na aplicação. Os experimentos foram conduzidos visando avaliar a precisão, eficiência e robustez do sistema em diferentes condições, como variações de iluminação e ângulos faciais.

O sistema proposto demonstrou capacidade eficiente de detectar e reconhecer tanto um rosto por vez, quanto múltiplos rostos em tempo real, utilizando a câmera do dispositivo. Antes de realizar os testes, foi feito o cadastro das faces de participantes, posicionando-os individualmente em frente à câmera, de modo a garantir a captura de seus vetores de características (*embeddings*).

A Figura 2 ilustra um exemplo de detecção simultânea de quatro indivíduos, dos quais dois foram corretamente reconhecidos (Laura e Barbara), com seus nomes destacados em caixas verdes, enquanto os demais, que não foram cadastrados no sistema, foram classificados como “Desconhecido”, com caixas vermelhas.

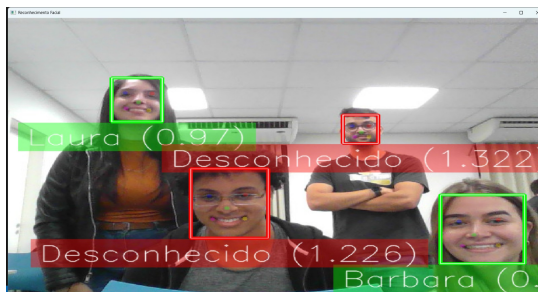


Fig. 2. Identificação múltipla de rostos com o algoritmo

Por outro lado, a figura Figura 3 ilustra a detecção de um indivíduo que não estava previamente cadastrado na base de rostos conhecidos. Nesse caso, o sistema exibiu corretamente uma caixa vermelha ao redor do rosto, acompanhada da identificação como “Desconhecido”, indicando que não houve correspondência com os dados armazenados. Além disso, a aplicação também apresentou resultados satisfatórios na detecção de rostos em diferentes posições, incluindo rostos parcialmente visíveis ou em ângulos laterais. Isso pode ser observado na mesma figura onde foram identificados rostos, marcados em quadrados vermelhos por não terem sido reconhecidos, ao fundo da foto em posições laterais.

O sistema exibe, junto ao nome vinculado a cada rosto identificado, um valor numérico entre parênteses, que representa a distância euclidiana entre o vetor de características da face detectada e os vetores dos rostos previamente cadastrados. Esses vetores são gerados a partir de características únicas de cada rosto, permitindo ao sistema realizar comparações de similaridade. A distância euclidiana é uma medida que indica o quão diferentes esses vetores são entre si: quanto menor a distância, maior a semelhança entre os rostos comparados.

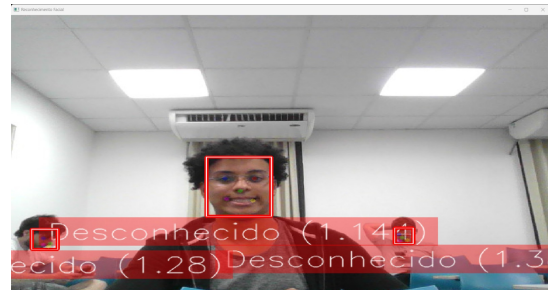


Fig. 3. Identificação de indivíduo desconhecido e rostos em múltiplas posições

Para este sistema, foi adotado um limiar (threshold) de 1.128 como valor máximo aceitável para considerar uma correspondência válida. Ou seja, se a distância entre o rosto detectado e algum rosto cadastrado for menor ou igual a 1.128, o sistema o reconhece como conhecido e identifica a qual rosto cadastrado essa pessoa se relaciona. Caso contrário, ele é rotulado como “Desconhecido”.

Foi observado que o desempenho do reconhecimento é sensível à qualidade da câmera e à iluminação ambiente. Em ambientes bem iluminados, os resultados de detecção e reconhecimento são mais precisos. Por outro lado, em cenários com baixa iluminação pode acontecer problemas tanto na detecção quanto o reconhecimento.

Em relação ao processo de cadastro de novos rostos, o sistema demonstrou-se funcional, mas apresenta limitações em situações com múltiplas pessoas presentes na câmera ao mesmo tempo. Nesses casos, o sistema não fornece indicação visual ou textual de qual rosto foi efetivamente cadastrado, o que pode gerar confusões.

IV. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento e a avaliação de um sistema de verificação de acesso que utiliza reconhecimento facial em tempo real, utilizando modelos de redes neurais integrados à biblioteca OpenCV em Python. O sistema demonstrou ser eficaz na superação de desafios comuns da área, como variações de iluminação, diferentes ângulos faciais e, principalmente, a presença simultânea de múltiplos rostos. Os modelos YuNet, usado para a detecção, e SFace, usado para o reconhecimento, desempenharam um papel imprescindível nesse processo, proporcionando precisão e desempenho satisfatórios mesmo em computadores com recursos computacionais limitados.

Durante os testes, o sistema foi capaz de realizar o reconhecimento facial com alto grau de acurácia, na qual identificou corretamente os usuários previamente cadastrados e classificou de modo robusto os rostos desconhecidos. A estratégia baseada na distância euclidiana entre embeddings provou ser eficiente para avaliar a similaridade entre rostos, com o limite estabelecido (threshold de 1.128), no qual demonstrou excelente apropriação na maioria das situações. Além disso, a ferramenta de cadastro de múltiplas faces aumentou a flexibilidade do sistema, uma vez que permitiu sua adaptação constante a

novos usuários, sem a necessidade de um novo treinamento dos modelos.

Como perspectivas futuras, os autores pretendem ampliar a base de dados para abranger uma diversidade maior dos rostos, etnias e faixas etárias, no qual promoverá um sistema mais robusto e qualificado no reconhecimento. Além disso, sugere-se a adaptação do sistema para funcionamento em ambientes distribuídos e dispositivos móveis, com o objetivo de explorar sua viabilidade para aplicações em sistemas de segurança domiciliar, controle em instituições de ensino ou corporativas, aeroportos entre outros.

Portanto, é válido ressaltar que o sistema desenvolvido representa um avanço significativo na área de autenticação biométrica por reconhecimento facial. Sua capacidade de funcionar em tempo real, com alta precisão e aliada à eficiência de reconhecimento simultâneo de múltiplos rostos, enfatiza sua relevância como uma solução viável, escalável e robusta para aplicações que exigem segurança, agilidade e confiabilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Li, S.Z., Jain, A.K.: Handbook of Face Recognition. Springer, Heidelberg (2011). <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-932-1>
- [2] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips, and A. Rosenfeld. 2003. Face recognition: A literature survey. *ACM Comput. Surv.* 35, 4 (December 2003), 399–458. <https://doi.org/10.1145/954339.954342>
- [3] I. Masi, Y. Wu, T. Hassner and P. Natarajan, "Deep Face Recognition: A Survey," 2018 31st SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI), Parana, Brazil, 2018, pp. 471-478, doi: 10.1109/SIBGRAPI.2018.00067.
- [4] W. -F. Lin et al., "ONNC: A Compilation Framework Connecting ONNX to Proprietary Deep Learning Accelerators," 2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Circuits and Systems (AICAS), Hsinchu, Taiwan, 2019, pp. 214-218, doi: 10.1109/AICAS.2019.8771510. keywords: Hardware;Optimization;Deep learning;Software;Neural networks;Biological system modeling;Computational modeling;Deep learning accelerators;Compilers;ONNX;Memory optimization
- [5] Purvish Jajal, Wenxin Jiang, Arav Tewari, Erik Kocinare, Joseph Woo, Anusha Sarraf, Yung-Hsiang Lu, George K. Thiruvathukal, and James C. Davis. 2024. Interoperability in Deep Learning: A User Survey and Failure Analysis of ONNX Model Converters. In *Proceedings of the 33rd ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis (ISSTA 2024)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1466–1478. <https://doi.org/10.1145/3650212.3680374>
- [6] S. V. Vasantha, B. Kiranmai, M. A. Hussain, S. S. Hashmi, L. Nelson and S. Hariharan, "Face and Object Detection Algorithms for People Counting Applications," 2023 2nd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS), Pudukkottai, India, 2023, pp. 1188-1193, doi: 10.1109/ICACRS58579.2023.10405114. keywords: Support vector machines;Computational modeling;Object detection;Real-time systems;Face detection;Task analysis;Faces;People Counting;Face Detection;Object Detection;YuNet;Yolo v8
- [7] Alifarajnia, A. (2023). Face Recognition Login [Notebook]. Kaggle. Disponível em: <https://www.kaggle.com/code/alifarajnia/face-recognition-login/notebook>. Acesso em: 3 jun. 2025.