



Reconhecimento Facial para Controle de Acesso de Estudantes ao Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel

Eduardo Nogueira Korte*, Rodrigo Junior de Souza Avelar†, Odair Moreira de Souza‡ and Thiago Berticelli Lô§
Instituto Federal do Paraná - IFPR Cascavel
Cascavel, Paraná, Brasil

Email: edu.kortefpr@gmail.com*; rodrigojr Souzaavelar@gmail.com†; odair.desouza@ifpr.edu.br‡; thiago.lo@ifpr.edu.br§

Abstract — *The access control for students at Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel is managed through physical identification cards, which impacts the flow of entry and exit, and does not guarantee the identity of the cardholder. This project aims to replace the physical identification cards with facial recognition technology, enhancing security and streamlining the entry and exit process. The main focus is to evaluate the Histogram of Oriented Gradients and Convolutional Neural Network algorithms for facial recognition and apply them to access control. The work includes a series of tests in different scenarios regarding the environment that will be used, such as variations in lighting, camera distance, and image quality using publicly available image datasets to minimize recognition errors. In the current phase of the project, it is possible to register users through photos and perform real-time facial recognition.*

Keywords — *Facial recognition; HOG and CNN algorithms; Access control.*

Resumo — *O controle de acesso dos estudantes do Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel é feito com uma carteira de identificação física, o que impacta no tempo de entrada e saída, além de não garantir a identidade do portador. Este trabalho tem como objetivo substituir a carteira pelo reconhecimento facial, aprimorando a segurança e otimizando o processo de entrada e saída. O foco principal é avaliar os algoritmos Histograma de Gradiente Orientado e Rede Neural Convolutacional para identificação facial e aplicá-los no controle de acesso.. O trabalho inclui uma série de testes com diferentes cenários em relação ao ambiente que será utilizado, como variações de iluminação, distância da câmera e qualidade de imagem utilizando bancos de imagens públicos visando minimizar os erros de reconhecimento. Na fase atual do trabalho, é possível cadastrar usuários por fotos e realizar todo o processo de reconhecimento facial em tempo real.*

Palavras-chave — *Reconhecimento facial; Algoritmos HOG e CNN; Controle de Acesso.*

I. INTRODUÇÃO

O controle de acesso é comum em muitos ambientes, desde locais de alta segurança, tais como aeroportos, delegacias policiais e bancos, até ambientes, como academias, escolas e clubes, o seu objetivo é garantir a segurança e permitir o acesso apenas a pessoas autorizadas, além disso, é possível detectar, monitorar e bloquear acessos indesejáveis, gerenciar permissões de acesso e controlar e registrar entradas e saídas de pessoas [1].

Existem várias maneiras para controlar o acesso, como senhas, cartões e biometria digital, mas o reconhecimento facial vem conquistando espaço devido a assertividade e eficácia na validação e autenticação da identidade de usuários [2]. Desta forma, as pessoas são identificadas por imagens da face capturadas por câmera, assim, simplificando o processo de *check-in* e *check-out* e eliminando a necessidade de apresentar documentos físicos, como cartão de identificação.

No Instituto Federal do Paraná - Campus Cascavel, atualmente são utilizados cartões de identificação para controle de acesso. Porém, esse método apresenta algumas limitações, como a possibilidade do estudante esquecer seu cartão ou de indivíduos não autorizados conseguirem acesso indevido por meio de clonagem, roubo ou troca de cartão. Diante disso, torna-se relevante a implementação de um sistema de reconhecimento facial na instituição, possibilitando maior conveniência e controle de acesso dos estudantes.

Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é auxiliar no controle e monitoramento da segurança do campus por meio de um sistema de reconhecimento facial. Esta melhoria também pode contribuir para diminuir o tempo do fluxo de entrada e saída dos estudantes, uma vez que alguns deles têm dificuldade em encontrar o cartão.

O sistema foi implementado usando os algoritmos Histograma de Gradiente Orientado (HOG - *Histogram of oriented gradients*) e Rede Neural Convolutacional (CNN - *Convolutional Neural Network*). Além disso, foram desenvolvidas funcionalidades para cadastrar usuários em um banco de dados com suas respectivas imagens. O reconhecimento facial é capaz de identificar os usuários cadastrados fazendo comparações entre a imagem capturada com a armazenada no banco de dados, garantindo a

identificação e o registro dos estudantes ao passar na portaria.

II. RECONHECIMENTO FACIAL

O reconhecimento facial é um procedimento simples que o cérebro humano é capaz de fazer naturalmente e instantaneamente, porém, os computadores atuais ainda não são capazes de realizar tarefas com essa em nível de generalização de alto nível [6].

O reconhecimento facial é realizado com a utilização de um algoritmo de aprendizado de máquina para solucionar uma série de problemas inter-relacionados: (A) encontrar um rosto em uma imagem; (B) focar em cada rosto e entender, mesmo com variações de inclinação e iluminação, que ainda é a mesma pessoa; (C) identificar as características únicas de cada rosto para diferenciá-lo de outras pessoas, como o tamanho dos olhos, comprimento do rosto, entre outros; e (D) comparar essas características únicas do rosto em foco com todas as pessoas já conhecidas e determinar o nome da pessoa. Assim, divide-se o processo em quatro etapas [6]:

A. Encontrar as faces na imagem

O primeiro passo é detectar os rostos presentes na imagem. A detecção de rosto é muito comum em câmeras de celulares, que utilizam essa detecção para realizar o foco automático antes de tirar a foto. Um dos métodos para realizar a detecção facial, desenvolvido em 2005, é chamado de HOG [6].

Para encontrar um rosto na imagem utilizando este algoritmo, primeiro ela é convertida para escala de cinza, pois o HOG realiza uma verificação em cada pixel da imagem identificando mudanças bruscas de cor e marcando cada gradiente. O resultado é comparado com os padrões do algoritmo e, caso seja muito parecido, ele se identifica como um rosto, um exemplo visual pode ser encontrado na Figura 1 [6].

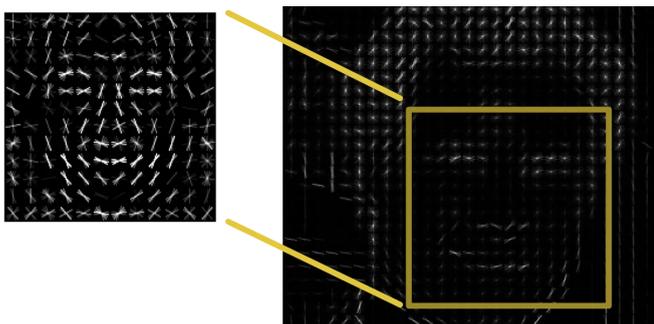


Fig. 1 Detecção facial com HOG. Fonte: GEITGAY, ADAM. [6]

B. Posicionar e projetar faces

Encontrar onde estão os rostos na imagem utilizando o algoritmo HOG não é um problema, mas quando queremos comparar um rosto com outro a mudança de direção de um rosto pode mudar os resultados totalmente, portanto, é necessário utilizar outro algoritmo capaz de identificar 68

marcações únicas em um rosto, chamados de *landmarks*. Esses pontos específicos incluem a ponta do queixo, a borda externa de cada olho, a borda interna de cada sobrancelha, entre outros [6]. Como pode ser visto na Figura 2, após serem encontrados todos os *landmarks* do rosto, a imagem é rotacionada, escalonada e cisalhada, se necessário, para centralizar todos os pontos tornando o próximo passo mais preciso [6].



Fig. 2 Posição e projeção de face. Fonte: GEITGAY, ADAM. [6]

C. Codificar rostos

Esta etapa leva mais tempo e é a mais complexa de realizar quando realizada do zero, onde o computador irá analisar a imagem centralizada anteriormente e utilizar um algoritmo de aprendizado de máquina, que é capaz de capturar 128 características do rosto da pessoa e transformá-las em números, os quais representam uma série de características. O impacto principal estaria no algoritmo de aprendizado de máquina que o computador deve utilizar, pois criar uma rede neural e treiná-la para ter boa precisão demanda muito tempo e recursos computacionais, porém a biblioteca *dlib* já possui modelos de redes neurais previamente treinadas e livres para uso. Portanto, esse processo de codificação, ilustrado na Figura 3, se torna mais intuitivo e aplicável em tempo de ser realizado [6].

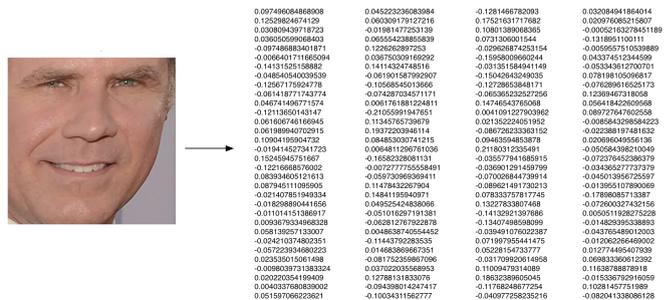


Fig. 3 Codificação de uma face. Fonte: GEITGAY, ADAM. [6]

D. Identificar a pessoa a partir da codificação

Neste último passo, são calculadas as diferenças entre a codificação de interesse e as outras previamente cadastradas. Esse cálculo pode ser feito de diversas maneiras, foi utilizada a distância euclidiana entre cada ponto utilizando a biblioteca *numpy* [6].

A biblioteca *numpy* permite o uso de arrays multidimensionais, juntamente com objetos derivados, como arrays mascarados e matrizes, e uma variedade de rotinas para operações rápidas em arrays [7].

O resultado obtido será a identificação da pessoa cadastrada, caso a diferença entre uma codificação e outra

seja menor que uma tolerância previamente definida.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o reconhecimento facial na aplicação proposta, dividiu-se o funcionamento em quatro etapas, previamente obtém-se a imagem de entrada, e segue conforme o fluxograma da Figura 4: (A) Verificação de rostos na imagem; (B) Localização de cada rosto na imagem; (C) Seleção do rosto mais próximo à câmera; e, (D) Identificação do usuário, após isso o sistema notifica com “Nome da pessoa reconhecida”.

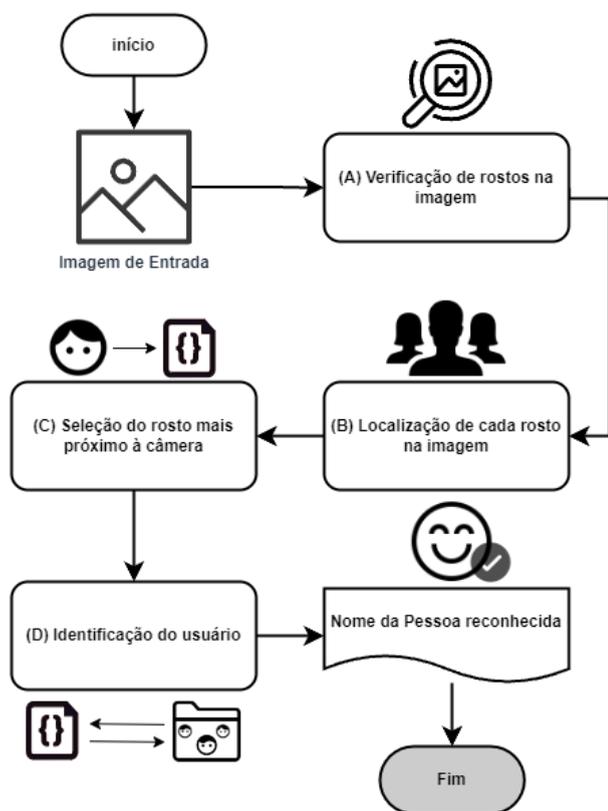


Fig. 4 Apresentação visual do módulo. Fonte: Autoria Própria.

A entrada de imagem é feita por meio de uma câmera conectada ao sistema, que recebe cada quadro capturado pelo dispositivo, utilizando a linguagem de programação Python com o auxílio da biblioteca OpenCV.

A biblioteca OpenCV tem suporte para uma ampla gama de tarefas relacionadas à visão computacional, desde operações morfológicas básicas até a detecção de objetos e análise de vídeo avançada [3]. Neste trabalho, essa biblioteca é utilizada para obter, recortar e colorir as imagens capturadas pela câmera.

A. Verificação de rostos na imagem

Cada quadro enviado ao sistema passa por um dos dois algoritmos de detecção facial disponíveis na biblioteca *face_recognition*: (i) HOG; e (ii) CNN O algoritmo verifica se o quadro capturado possui pelo menos uma face humana

para executar a próxima etapa.

A biblioteca *face_recognition* foi criada com o intuito de simplificar a biblioteca de análise e reconhecimento facial *dlib*, assim fornecendo redes neurais treinadas e sistemas completos de análise facial, reduzindo o tempo de desenvolvimento e tornando mais prático o desenvolvimento do sistema [4].

(i) HOG: O algoritmo reconhece objetos e faces por meio de um traçado que representa a borda destes objetos, verificando mudanças bruscas de cor entre os pixels onde formam os gradientes de cor [5].

(ii) CNN: O algoritmo utiliza aprendizado profundo, uma subcategoria de máquina, capaz de identificar semelhanças entre várias regiões na imagem, ao invés de comparar a imagem inteira. O processo de análise do CNN é feito em camadas de filtros que são aplicadas à imagem, chamadas de convolução, que realizam um cálculo matemático entre os valores dos pixels, em matrizes numéricas. Após serem aplicadas diversas camadas à imagem, é feita uma comparação do resultado final com os padrões da rede neural, e se forem semelhantes ele irá reconhecer como um rosto [5].

B. Localização de cada rosto na imagem

Para cada rosto encontrado na imagem, são obtidos quatro pontos que determinam o enquadramento destes, obtendo-se assim, uma lista de quadros. Estes pontos são obtidos com um dos dois algoritmos de detecção facial: HOG e CNN, analisando a imagem capturada e comparando com os padrões de cada algoritmo, que irão determinar onde está o rosto.

C. Seleção do rosto mais próximo à câmera

Para cada quadro obtido verifica-se qual destes possui a maior área, assim, utiliza-se apenas o rosto da pessoa que está mais próximo à câmera. Utilizando o quadro obtido, extrai-se as características faciais do rosto, obtendo um conjunto de atributos numéricos que representam o rosto codificado.

D. Identificação do usuário

Por fim, o conjunto numérico obtido é comparado com os conjuntos de outros usuários cadastrados previamente. É calculada a distância euclidiana entre cada valor numérico para cada conjunto comparado. Caso a diferença entre os conjuntos seja abaixo da tolerância definida dentro do sistema, a pessoa é reconhecida.

E. Testes funcionais e validação

Para validação e aperfeiçoamento do sistema, será conduzido um abrangente conjunto de testes. Estes testes incluirão variação de iluminação, distância da câmera e o alvo de interesse, resolução da câmera e teste de

desempenho computacional. Além disso, a taxa de acertos será avaliada, com foco especial nas taxas de falsos negativos e positivos, pois esses elementos têm um impacto direto na autorização incorreta de alunos com acesso e na identificação equivocada dos mesmos.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na atual fase do trabalho, as etapas A, B, C, D e E já foram concluídas, com isso, é possível realizar o processo de reconhecimento facial em tempo real no sistema comparando as faces encontradas com um banco de imagens. Neste estágio de testes, o banco de imagens é formado por um conjunto de imagens públicas contendo mais de treze mil imagens de rostos, de mais de cinco mil pessoas. A funcionalidade de cadastro também já foi implementada, sendo possível cadastrar novos usuários no sistema por meio da captura de diversas imagens.

Com base em resultados parciais, o sistema é capaz de realizar o reconhecimento facial em um tempo médio de 38 ms utilizando o algoritmo de detecção HOG e não apresentou erros entre um total de 965 codificações realizadas.

Entre essas funcionalidades já implementadas, a Figura 5 apresenta a interface de usuário inicial do sistema, enquanto a Figura 6 exibe a interface para cadastro dos usuários.

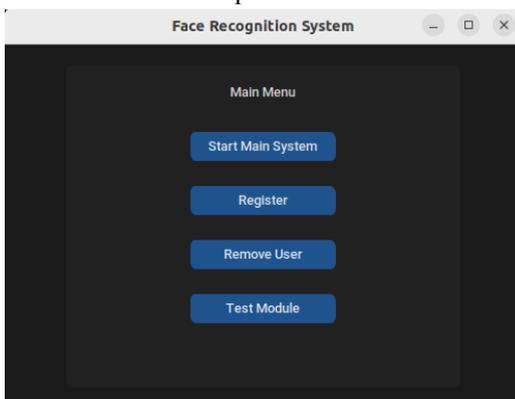


Fig. 5 Interface de usuário inicial. Fonte: Autoria Própria.

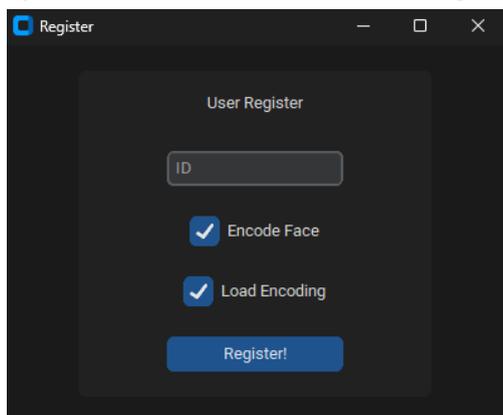


Fig. 6 Interface de cadastro de usuário. Fonte: Autoria Própria.

Para minimizar os possíveis erros que podem interferir na precisão do reconhecimento facial, serão analisados e

parametrizados diferentes casos de testes nas próximas etapas do projeto, envolvendo diferentes cenários em relação ao ambiente que será utilizado, tais como variações de iluminação do local, distância da câmera e qualidade de imagem utilizando bancos de imagens públicos.

V. CONCLUSÕES

O sistema encontra-se na fase final de desenvolvimento e estão planejados testes funcionais e validações. Os resultados parciais já evidenciam o potencial deste trabalho para aprimorar o controle de acesso. Nossa expectativa é que, ao término do trabalho, o sistema de reconhecimento facial possa efetivamente reduzir o tempo de entrada e saída dos estudantes, além de contribuir significativamente para aprimorar a segurança no campus. Destaca-se que este trabalho está sendo desenvolvido com a utilização de tecnologias de uso livre e visa a política *open source*, estando disponibilizado no Github¹.

REFERÊNCIAS

- [1] SÉRGIO MARCONDES, José. Controle de Acesso: O que é, objetivos, tipos, funcionamento. Gestão de Segurança Privada. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/controle-de-acesso-o-que-e-objetivos-tipos-funcionamento/>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- [2] INTELBRAS. Tipos de controle de acesso: qual usar em cada situação? Blog Intelbras, [Online]. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/tipos-de-controle-de-acesso-qual-usar-em-cada-situacao/>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- [3] Open Source Computer Vision. OPENCV DOCUMENTATION. Disponível em: docs.opencv.org/4.x/. Acesso em: 10 jun. 2023.
- [4] GEITGEY, Adam. FACE RECOGNITION. Disponível em: <https://face-recognition.readthedocs.io>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- [5] EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL. Open Science Research V. 1ª ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2022. Disponível em: www.editoracientifica.org. Acesso em: 10 jun. 2023.
- [6] GEITGAY, Adam. MACHINE LEARNING IS FUN! PART4: MODERN FACE RECOGNITION WITH DEEP LEARNING. Disponível em: <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cffe121d78>. Acesso em: 16 set. 2023.
- [7] NUMPY. NUMPY DOCUMENTATION. Disponível em: <https://numpy.org/doc/stable/>. Acesso em: 16 set. 2023.

¹ <https://github.com/DUDUKorte/RefactoringPrincipalModule>