

PONTO ELETRÔNICO: RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE FUNCIONÁRIOS POR ANÁLISE DE IMAGENS

Kathleen Novais ALMEIDA¹

Graduanda em Engenharia Eletrônica
IFSP *Campus* São Paulo

Vinícius Aparecido Carvalho CARDOSO²

Graduando em Engenharia Eletrônica
IFSP *Campus* São Paulo

Ricardo PIRES³

Doutor em Sistemas Automáticos e Microeletrônicos/Université Montpellier II
Docente do Departamento de Elétrica
IFSP *Campus* São Paulo

RESUMO

Este projeto visou a desenvolver um sistema capaz de realizar o registro de ponto de funcionários que trabalham remotamente ou de forma híbrida, buscando padronizar todas as marcações de pontos, assim como promover uma melhor qualidade do controle de jornada, principalmente após a grande mudança dos modelos de trabalho gerada devido a pandemia de COVID-19. Para tal, foi proposto um sistema que coletou as imagens estáticas cadastradas dos funcionários e que treinou um algoritmo para reconhecê-los em tempo real por enquadramento em vídeo. Para o funcionamento do sistema, bastou a utilização da câmera do computador em que se realizou o reconhecimento do funcionário. É solicitada sua confirmação em todas as etapas para o registro de seus horários (entrada, almoço e saída). Todos os horários foram registrados e exibidos para o funcionário, sendo também salvos em um arquivo para posterior conferência do setor de recursos humanos da empresa. Durante o estudo, foram realizados testes com diversas fotografias para garantir um bom treinamento do algoritmo na hora de reconhecer os funcionários, visando a implementação de tal sistema em empresas de pequeno e médio porte. A acurácia obtida foi de 96%.

Palavras-chave: Classificação de Imagens; Trabalho Remoto; Pandemia; LBPH

IMPROVING TIME AND ATTENDANCE MANAGEMENT: REAL-TIME AUTOMATIC RECOGNITION OF EMPLOYEES THROUGH IMAGE ANALYSIS.

ABSTRACT

This project aimed to develop a system capable of recording the time of entering and leaving work of employees who work remotely or in a hybrid manner, seeking to standardize all those time recordings, as well as promoting a better quality of journey control, especially after the major change in models of work generated due to the COVID-19 pandemic. To this end, a system was proposed that collected static images registered from employees and trained an algorithm to

¹ Endereço eletrônico: kathleen.novais@aluno.ifsp.edu.br

² Endereço eletrônico: cardoso.vinicius@aluno.ifsp.edu.br

³ Endereço eletrônico: ricardo_pires@ifsp.edu.br

recognize them in real time using video framing. For the system to work, it was enough to use the camera on the computer where the employees were recognized. Their confirmation is requested at all stages to record those times (entry, lunch and leaving). All times were recorded and displayed to the employee, and were also saved in a file for later checking by the company's human resources sector. During the study, tests were carried out with several photographs to ensure good training of the algorithm when recognizing employees, with a view to implementing such a system in small and medium-sized companies. The accuracy obtained was 96%.

Keywords: Image Classification; Remote Work; Pandemic; LBPH.

Introdução

Antes de 2020, o contexto de trabalho remoto não possuía tanta visibilidade do mercado e aderência de empresas. O trabalho presencial era majoritário, quando comparado ao modelo de trabalho remoto. A partir de 2020, o mundo se viu refém de uma nova doença, a COVID-19. Devido às medidas recomendadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), dentre elas o distanciamento social e ordens de restrições de circulação de pessoas (OMS, 2021, 1), as empresas se viram em um novo contexto operacional quanto à mobilidade de seus funcionários.

Diante desta nova conjuntura, companhias do mundo inteiro optaram por aderir ao trabalho à distância como uma forma de manter seus funcionários e garantir sua produtividade, mesmo sem frequentar a empresa. Com a reta final da pandemia em 2022, a tendência do trabalho a distância se consolidou como uma das formas mais procuradas. Pesquisas realizadas em nível mundial indicam que 54% dos trabalhadores, quando possível, preferem aderir ao trabalho remoto ao invés do trabalho presencial. Nos Estados Unidos, esse número chega a 57% (Citrix, 2022, 5). Dessa forma, muitas empresas estão propondo modelos similares como, por exemplo, o híbrido, pois atualmente o modelo 100% presencial não reflete essa nova realidade. Quando se confronta o modelo tradicional de trabalho ao novo modelo proposto (híbrido ou à distância), uma das maiores interferências é o acompanhamento da jornada de trabalho do funcionário, pois, presencialmente, esse controle é mais rigoroso, sendo realizado com o uso de câmeras de segurança e relógio de ponto por meio de crachás e biometria que são únicos e intransferíveis, método recorrente em grandes instituições. No período anterior à pandemia, segundo as experiências dos autores, as empresas utilizavam relógios de ponto por biometria, sendo um equipamento de uso comum. Com o avanço da COVID-19, identificou-se a necessidade de se evitar contatos, mesmo que indiretos, e com a maioria dos funcionários em casa, houve a necessidade de se adequar a novas práticas.

Muitas instituições passaram a acompanhar a jornada de seus funcionários por

meio de aplicativos de ponto manual apenas ao final do dia. Contudo, a prática é um voto de confiança entre empregador e empregado, pois não há a mesma eficiência que o modelo 100% presencial praticava. A instituição Robert Half realizou uma pesquisa identificando o aumento de 50% nas horas extras quando comparado ao mesmo mês em anos anteriores à pandemia (Época, 2021, 3). Sendo assim, as empresas correm sérios riscos de passivo trabalhista, visto que há um período mínimo de descanso entre as jornadas. Dessa forma, o registro de ponto deve ser acompanhado de uma forma mais eficiente e rigorosa.

Tendo em vista o aumento no novo formato de trabalho, o presente artigo apresenta a proposta de criação de um sistema, que por meio de uma câmera de vídeo, utiliza imagens capturadas em tempo real. Tem como objetivo principal reconhecer cada funcionário e registrar sua jornada de trabalho, desde sua entrada, horário de almoço e fim de expediente. Este sistema visa a padronizar todas as marcações de ponto, sendo de uso pessoal e intransferível.

A identificação de faces em imagens e seus respectivos reconhecimentos quanto às variações dos funcionários são os principais desafios deste projeto, visto que se devem considerar todas as mudanças momentâneas nas aparências de todos, desde cortes de cabelo a uso de acessórios.

Analisando-se o mercado de tecnologia e reconhecimento facial, verificou-se que há uma tendência exponencial de crescimento deste ramo. Por exemplo, a empresa ZKTeco, sediada na China, atualmente, em parceria com o Grupo Assecont, desenvolveu um sistema de registro de ponto com reconhecimento facial, utilizando algoritmos de *deep learning* (ZKTeco, 2023), confeccionando aparelhos para utilização física dentro da empresa e no desenvolvimento de software para registro do trabalho remoto. A ideia de utilização de *deep learning* para registro de ponto também vem sendo desenvolvida no Brasil. Como exemplo tem-se, a empresa Dixi Ponto utilizando a mesma ideia da empresa ZKTeco, com uso de aplicativos e equipamentos físicos, para um melhor acompanhamento dos recursos humanos de cada empresa cliente, sendo esse sistema validado pelo Ministério do Trabalho e certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) (Dixi Ponto, 2023). Ferramentas de mercado geralmente não disponibilizam ao público seus dados de desenvolvimento. Dessa forma, não foi possível identificar qual algoritmo foi usado em cada sistema citado.

Em relação a esses produtos e serviços, a proposta apresentada neste trabalho é a de um sistema que não exija aparelhos específicos, limitando-se ao uso apenas do computador em que o funcionário da empresa trabalha normalmente e de um dispositivo usual de captura de vídeo.

Estado da arte

Os estudos de artigos científicos relacionados a algoritmos e bibliotecas para reconhecimento facial serão comentados e exemplificados nesta seção.

O trabalho de Sudhanarang *et al* (2018) apresenta comparações entre três técnicas de reconhecimento facial disponíveis na *Open Source Computer Vision Library* (OpenCV): Análise de Componentes Principais (PCA, de *Principal Component Analysis*, implementada para essa finalidade com o nome de *Eigenface Recognizer*), Análise de Discriminante Linear (LDA, de *Linear Discriminant Analysis*, implementada com o nome de *Fisher Face Recognizer*) e Histograma de Padrões Binários Locais (LBPH, de *Local Binary Pattern Histogram*).

O *Eigenface* utiliza traços do rosto para a identificação, com base nas características geométricas faciais (nariz, bochechas, boca e olhos) e em como se diferem (Narang *et al.*, 2018). As imagens são transformadas em vetores e matrizes que posteriormente serão utilizadas para treino e testes de um sistema com aprendizagem de máquina. Contudo, modificações de expressão não são bem identificadas, pois o algoritmo utiliza uma padronização por imagens que dificulta o reconhecimento nesses casos.

Já o *Fisherface* utiliza o dimensionamento por classificação, sendo imagens com características parecidas agrupadas em uma classe e características divergentes em outras classes (Bissi, 2018). Sendo assim, entende-se que seu desempenho para imagens com atributos que não pertencem a rodada de treino não serão reconhecidas com facilidade, sendo necessário aumentar o banco de dados do programa.

O algoritmo LBPH, também avaliado por Sudhanarang *et al* (2018), é reconhecido como melhor que os algoritmos *Eigenface* e *Fisherface* na biblioteca OpenCV, pois possui melhores características técnicas, como o fator de confiança, robustez perante ruído de fundo e eficiência. Separadamente, de acordo com a ordem de cada um, o algoritmo, ao realizar um reconhecimento, retorna um valor chamado fator de confiança.

Este valor define o grau de semelhança entre a imagem utilizada para treino e o reconhecimento final realizado via teste. Quanto mais próximo este valor for de zero, maior será a acurácia do reconhecimento (Galimberti, 2018). O ruído de fundo refere-se à qualidade da imagem, incluindo a variação de brilho, cor e aspecto granuloso (Hage, 2018). A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os algoritmos aqui citados, disponíveis na biblioteca OpenCV (Narang *et al.*, 2018).

Tabela 1: Comparação entre os algoritmos disponíveis na biblioteca OpenCV.

Critérios	Eigenface	Fisherface	LBPH
Fator de Confiança	2.000-3.000	100-400	2-5
Princípio da geração da amostra de dados Baseado em:	Baseado em componentes	Baseado em componentes	Baseado em pixels
Princípio básico	PCA	LDA	Histogramas
Susceptibilidade a Ruído de fundo	Alto	Médio	Baixo
Eficiência	Baixa	> Eigenface	> Entre os algoritmos

Fonte: adaptado de Narang *et al.* (2018).

O algoritmo LBPH é derivado de um algoritmo mais simples, o LBP (*Local Binary Pattern*), sendo um operador simples, que rotula os pixels das imagens recebidas, limitando, na análise, a vizinhança de cada pixel e gerando um resultado binário. Utilizando este método para o reconhecimento facial de bancos de dados como ORL, FERET e SCD, ele gerou acurácias de 96,75%, 99,71% e 95,90% respectivamente (Ali *et al.*, 2019). Sendo o LBPH uma evolução do LBP, nele ocorre o incremento de mais uma etapa, sendo ela a divisão da imagem em regiões, extraído um histograma de cada região e comparando-os com um histograma já existente. Desta forma, este algoritmo é capaz de reconhecer faces com uma acurácia maior que o LBP.

Mesmo o LBPH realizando o reconhecimento facial com alta acurácia e sendo ele um dos melhores na biblioteca OpenCV, sabe-se que ele não é o melhor algoritmo de reconhecimento existente, em geral. Em análises de diversos bancos de dados, os melhores resultados foram obtidos por redes convolucionais (Prabha *et al.*, 2021). Contudo, elas requerem um enorme banco de dados para a realização de treinos para que se alcance uma alta acurácia (Prabha *et al.*, 2021). Dessa forma, exigiria que as empresas possuíssem equipamentos com alto desempenho de hardware, o que acabaria gerando um alto custo ao projeto, ou que contratassem serviço de computação em nuvem.

Narang *et al* (2018) verificaram que a escolha do uso do algoritmo de reconhecimento facial com a técnica LBPH utilizando a biblioteca OpenCV demonstrou alto desempenho em suas análises, permitindo um tempo de execução muito rápido, com taxa de 30 quadros por segundo. Esta é uma técnica que pode ser usada nos principais sistemas operacionais, como Windows, macOS, Android, iOS e Linux (Narang *et al.*, 2018), gerando, assim, maior viabilidade de uso, pois não limita a utilização em único sistema e possibilita o uso de máquinas mais simples. A biblioteca é encontrada gratuitamente na Internet, com um uso menor de recursos do sistema do que o das redes convolucionais, assim tornando o projeto com um custo mais baixo.

Os algoritmos de reconhecimento facial possuem alguns problemas com imagens de baixa resolução e baixa iluminação. Entretanto, com o algoritmo LBPH em baixa resolução, com imagens de 35 e 45 pixels, o algoritmo demonstrou uma acurácia de 94% em imagens de 45 pixels e de 90% em imagens de 35 pixels utilizando o banco de dados LR500 (Saxena; Shukla, 2021). Quando este projeto for implementado numa empresa de pequeno ou médio porte, será utilizado um banco de dados com capacidade de armazenar imagens de todos os seus funcionários. Considerando que pode haver imagens de baixa resolução, o sistema tem de ser capaz de reconhecê-las mesmo nestas circunstâncias.

Fundamentação teórica

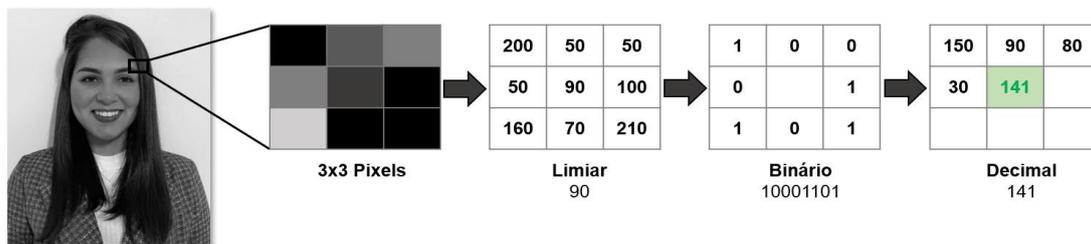
Uma imagem digital é composta, normalmente, por milhares ou milhões de pixels. Cada pixel consiste em uma única amostra ou ponto da imagem, sendo representado por um valor numérico que indica a intensidade luminosa da sua cor, no caso de representação em tons de cinza, ou por um conjunto de valores, para imagens coloridas. A escala de cinza é uma técnica de representação de imagens digitais que utiliza tonalidades de cinza para indicar a intensidade luminosa de cada pixel na imagem. Quanto maior o valor, mais claro é o pixel. Sendo assim, a escala de cinza auxilia no realce das características importantes da imagem que podem ser usadas para treinar modelos de aprendizado de máquina (Ali *et al.*, 2019). Para imagens coloridas, por exemplo, no modelo de cor RGB (*Red, Green, Blue*), cada pixel é representado por um valor para a intensidade de vermelho, outro para verde e outro para azul. Já no modelo de cor CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Black*), cada pixel é representado por um valor para a intensidade de cada uma dessas quatro cores (Sousa, 2022).

A resolução de uma imagem digital se refere à quantidade de pixels que compõem a imagem, geralmente indicada pela quantidade de pixels em altura e largura. Uma imagem com maior resolução tem mais pixels e, portanto, mais detalhes e maior definição de bordas. Uma imagem com menor resolução tem menos pixels e, portanto, menos detalhes e menor definição de bordas (Sousa, 2022).

O algoritmo LBPH é um algoritmo de processamento de dados utilizado para extrair informações de textura de uma imagem. Ele é frequentemente usado em tarefas de reconhecimento de objetos e reconhecimento de faces, onde a textura é uma característica importante para a identificação correta (Prado, 2017). Seu funcionamento analisa padrões locais em uma imagem em escala de cinza. Ele a divide em várias regiões, chamadas de células.

O LBPH, compara cada pixel dentro de cada célula com seus vizinhos imediatos e define um valor binário de 0 (para menor) ou 1 (para maior ou igual), com base no valor do limiar. Em seguida, esses valores binários reunidos são convertidos para um número decimal, que é usado para representar o padrão local em cada célula (Prado, 2017), conforme a Figura 1.

Figura 1: Representação de um pixel de uma imagem em valor binário e decimal, usada no LBPH.



Fonte: Autores. Adaptado de <https://towardsdatascience.com/face-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b>

Na Figura 1, o exemplo usou janela de 3x3 pixels. Há variações do algoritmo, usando também outros tamanhos para essas janelas. O número calculado como o padrão local é colocado na posição central da matriz, que representa um novo pixel da imagem. Analisando o processo de construção do padrão binário circular do algoritmo LBPH que é realizado após o desenvolvimento do valor decimal, ocorre a definição dos parâmetros como o raio e o número de vizinhos. O raio representa a distância ao redor do

pixel central onde os vizinhos serão amostrados. Já o número de vizinhos indica quantos pontos serão amostrados nessa região ao redor do pixel central. Sendo assim, cada pixel da imagem é representado por um padrão binário circular. Para a imagem, define-se, também, os parâmetros adicionais grade X (número de células na horizontal) e grade Y (número de células na vertical) em que ela será dividida, parâmetros esses que afetam a dimensionalidade do vetor de características resultante.

A partir da grade X e Y, é gerada uma imagem dividida em regiões quadrangulares. É criado um histograma para cada região, que indica quantas vezes cada padrão binário circular local apareceu na região. Após o cálculo do histograma de cada região, todos os histogramas são concatenados para formar um vetor de características para a imagem inteira. Esse vetor de características pode ser usado como entrada para algoritmos de classificação, como o *k-nearest neighbors*, para reconhecer objetos ou rostos em uma imagem (Prado, 2017).

Para reconhecer uma nova face que não esteja em um conjunto de treino, o algoritmo executa novamente as etapas da criação de histogramas, criando um novo histograma para representá-la. Em seguida, compara-se o novo histograma com os histogramas do conjunto de treino, utilizando-se alguma técnica de cálculo de distância, como a distância euclidiana, qui-quadrado, valor absoluto, entre outras (Prado, 2017).

Uma etapa de processamento anterior à do reconhecimento facial é a da detecção da face na imagem, já que a face pode não ocupar a imagem inteira e pode estar deslocada em relação ao centro. Para que esta localização facial ocorra, escolheu-se utilizar o classificador *Haar Cascade* disponibilizado na biblioteca OpenCV escolhida para dar andamento no projeto, sendo um algoritmo de aprendizado de máquina que usa recursos *Haar-like* para detectar objetos em imagens ou vídeos, utilizando formas retangulares que calculam a diferença de intensidade de pixels em uma região da imagem, permitindo a detecção de bordas, linhas e formas. O algoritmo usa aprendizado supervisionado para treinar um modelo, examinando as características relevantes durante o treinamento. O classificador percorre a imagem em busca de regiões correspondentes às características e, se uma correspondência forte é encontrada, o objeto é considerado presente naquela região (Cascade, 2023).

Metodologia

Conforme sinalizado anteriormente, foi selecionada a biblioteca computacional OpenCV, de uso livre, muito utilizada para aplicações de robótica, visão artificial, inteligência artificial, análise de imagens e reconhecimento de padrões, oferecendo uma série de ferramentas e algoritmos para detecção de faces e demais aplicações (OpenCV, 2011). O algoritmo LBPH é uma das técnicas incluídas nessa biblioteca e que possibilita a identificação de padrões da imagem por meio da técnica de cálculo da distância euclidiana em relação aos exemplos de treino, conforme exemplificado na fundamentação teórica.

A biblioteca OpenCV é compatível com diversas linguagens de programação, incluindo Python, que foi a linguagem escolhida para o desenvolvimento da solução em questão. Por ser uma biblioteca aberta e gratuita, ela se destaca como uma opção vantajosa para projetos de visão computacional (OpenCV, 2011). Outra vantagem da biblioteca OpenCV é sua capacidade de funcionar em múltiplos ambientes, incluindo sistemas operacionais populares, como Windows, Linux, Android e iOS. Além disso, a OpenCV pode ser executada em dispositivos com recursos limitados e possui uma grande variedade de integrações com outras bibliotecas comumente usadas em projetos de processamento de imagens. Essas características fazem da OpenCV uma escolha sólida e confiável para o desenvolvimento de soluções em análise de imagens, especialmente em projetos que envolvem múltiplas plataformas e dispositivos.

Para utilizar o método de identificação, foram testadas duas possibilidades de banco de dados de imagens de faces, a fim de verificar qual seria o melhor banco para o projeto. Inicialmente, foi avaliado um banco disponibilizado de forma *online* e gratuita de 20 pessoas, 10 imagens de cada uma (Huang, 2007). Essas imagens tinham enquadramentos variados, sem necessariamente ocorrer um enfoque na face. Dessa forma, quando foram realizados testes práticos preliminares, após o cadastramento de imagens de um dos autores ao banco, o sistema não conseguiu realizar a sua identificação de forma correta.

Após este primeiro teste, resolveu-se alterar o banco de dados com imagens dos dois autores e mais três indivíduos, criando um banco próprio com fotografias liberadas gratuitamente em *Depositphotos* (2023), com um total de 125 imagens. Optou-se pelo uso desse banco, uma vez que foi constatado um desafio em encontrar fotografias com

enfoque direto no rosto durante as pesquisas realizadas. Sendo assim, cada imagem escolhida precisou passar por um processo de tratamento, sem o qual o sistema não seria capaz de desempenhar sua função. Para tratamento de todas as imagens, utilizaram-se as funções *CV2.resize* e *CV2.cvtColor* da biblioteca OpenCV, as quais transformam as imagens em escala de cinza, dando maior foco na face e reduzindo seus números de *pixels*, deixando-as melhores para assimilar todas as características faciais dos funcionários e possibilitando a geração de histogramas com atributos mais acurados. No entanto, seria ideal que todos os participantes utilizassem o sistema de cadastro, para garantir a máxima efetividade no treinamento do algoritmo, já que, com ele, poderiam ser capturadas imagens de vários ângulos da face, sempre com ela bem enquadrada, nas condições normais de uso do sistema.

Para a realização do projeto, optou-se por utilizar o cadastro de imagens estáticas dos funcionários por meio do sistema de cadastramento. O sistema requer apenas o nome e o número de matrícula do funcionário e, em seguida, libera a câmera do computador para a captura de 25 imagens em diferentes perspectivas. As informações são salvas em um arquivo *.csv* e as fotografias são armazenadas em uma pasta em rede. No caso das fotografias que foram inseridas manualmente, também foi necessário fazer o cadastro de forma manual.

O banco de dados foi projetado com base em imagens estáticas. Entretanto, para testes em situações reais, foi necessário o reconhecimento em vídeos em tempo real. Em alguns casos, é possível que o programa não identifique o funcionário instantaneamente, em um certo quadro do vídeo. Mas, após alguns segundos, ele é capaz de realizar o reconhecimento em algum outro quadro. Isso se deve ao fato de que o programa precisa identificar um quadro estático em meio a um fluxo contínuo de imagens.

Após a escolha do conjunto de dados, utilizou-se a validação cruzada, técnica de avaliação de desempenho de modelos de aprendizado de máquina, que envolve dividir o conjunto de dados em vários subconjuntos (chamados de "dobras"). Em cada rodada, um dos subconjuntos é usado como conjunto de teste e os demais como conjunto de treinamento. Essa etapa é repetida várias vezes para se obter uma estimativa mais robusta do desempenho do modelo, ajuste de hiperparâmetros e avaliação do desempenho de outros modelos de aprendizado de máquina (Savietto, 2021).

O sistema usado para o reconhecimento facial e o registro dos horários do funcionário está representado na Figura 2. O fluxograma é uma descrição do algoritmo de reconhecimento facial utilizando a técnica LBPH, devido a suas características apresentadas na seção Estado da Arte. Com a confirmação do funcionário em todas as etapas do processo, o programa registra os seus respectivos horários de entrada, saída para almoço, retorno do almoço e saída do expediente. Vale ressaltar que o administrador é responsável pelo treinamento do sistema e deve conduzir uma nova sessão de treinamento quando um novo funcionário for incorporado. Essa etapa é essencial para garantir o correto funcionamento do sistema e sua capacidade de realizar tarefas com acurácia.

cadastrado, o sistema deve identificá-lo e, posteriormente, solicitar a confirmação dessa identificação, assegurando sua acurácia.

Logo após, inicia-se o processo de questionamento, se o funcionário deseja registrar o seu horário de entrada. Caso a resposta seja negativa, o programa exibirá uma mensagem de encerramento, pois entende-se que não há desejo em dar continuidade. Contudo, se a resposta for positiva, o horário será registrado no banco de dados e, conjuntamente, é exibida uma mensagem de confirmação. Para os demais questionamentos, o sistema solicita a confirmação de identidade antes de efetuar todos os registros, sendo eles os horários de início de almoço, volta do almoço e final de expediente, seguindo uma lógica parecida em todos os procedimentos, exceto a saída do expediente, que, em caso positivo, além de o horário ser registrado no banco de dados e juntamente exibida a mensagem de confirmação como as demais, será finalizada a execução do programa. Contudo, caso a resposta seja negativa na solicitação dos registros, o programa retornará com o questionamento para que ocorra o apontamento do horário na etapa atual, conforme detalhamento na Figura 2.

Os pedidos de confirmação de reconhecimento correto feitos ao funcionário foram incluídos no algoritmo, para prevenir que um funcionário fosse erroneamente identificado como se fosse um outro funcionário, deixando de ter sua jornada corretamente registrada junto à empresa. Pedidos de confirmação de interesse em registrar a entrada na jornada ou em registrar outros eventos estão presentes, para se evitar que uma rápida consulta ao sistema pelo funcionário seja registrada, de forma indevida, como início de jornada, volta do almoço etc.

Resultados

Nesta seção, serão apresentados os resultados dos testes realizados pelos autores utilizando código em Python, desenvolvido no ambiente PyCharm, com sistema operacional Windows 11, processador AMD Ryzen 5 3400G e 8GB de memória RAM. Foi usada uma câmera com resolução de alta definição (1920 x 1080 pixels) conectada via USB. Após cadastrar os funcionários e configurar o banco de dados, foi possível realizar a primeira etapa do teste prático, utilizando somente imagens estáticas, dividindo o banco em 5 partições. Cada partição utilizou aleatoriamente 100 imagens para treino e 25 imagens para teste. Os resultados estão na Tabela 2. Verificou-se que o limiar de

confiança com valor 90 apresentou os melhores resultados, demonstrando, assim, a efetividade do método proposto e sua capacidade de reconhecer os indivíduos cadastrados no banco de dados.

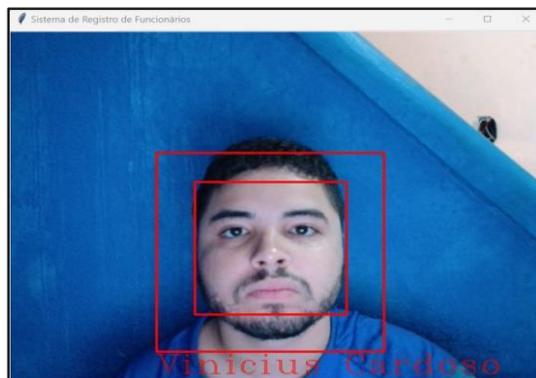
Tabela 2: Resultados dos testes.

Partição	Acurácia
1	100%
2	100%
3	92%
4	96%
5	96%
Média e Desvio padrão	96 ±4%

Fonte: Autores.

A próxima etapa consistiu na realização do reconhecimento facial do funcionário por vídeo em tempo real, no qual o algoritmo identifica se o funcionário já se encontra cadastrado no banco de dados. Com base na Figura 3, pode-se observar que o funcionário em questão foi reconhecido como Vinicius Cardoso.

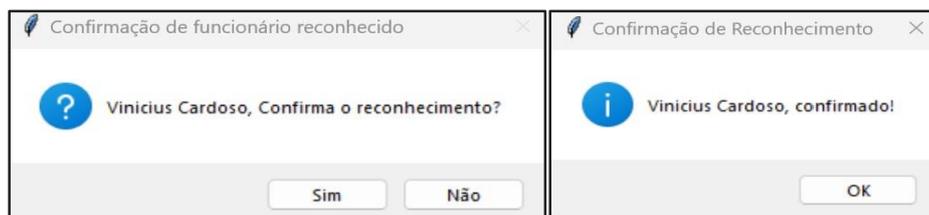
Figura 3 - Reconhecimento facial do funcionário.



Fonte: Autores.

Após a identificação, o sistema solicita ao funcionário uma confirmação para garantir que o funcionário reconhecido é, de fato, o próprio, conforme ilustrado na Figura 4. No caso em que não se confirme sua identificação, o programa retorna à tela inicial e reinicia o processo de reconhecimento. No entanto, nos testes práticos realizados, não houve necessidade de utilizar essa funcionalidade.

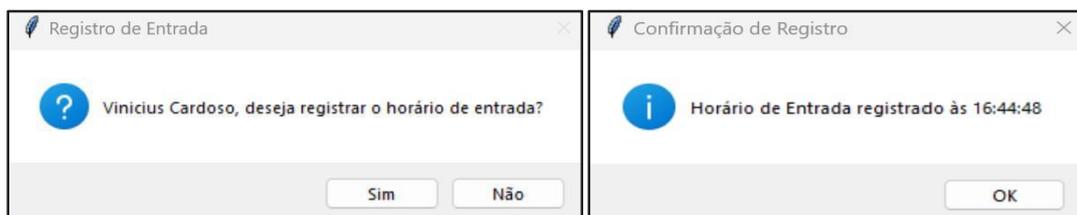
Figura 4 - Janela de confirmação do reconhecimento do funcionário.



Fonte: Autores.

Após a confirmação do funcionário, o programa apresenta a opção de registro do horário de entrada. Caso ele deseje prosseguir, o programa realiza o registro do horário e armazena essa informação em um arquivo. Posteriormente, o horário registrado é exibido na tela automaticamente, para conhecimento do funcionário, conforme ilustrado na Figura 5. No entanto, se optar por não registrar a entrada naquele momento, selecionando a opção "não", a execução do programa será encerrada automaticamente.

Figura 5 - Janela de registro de entrada do funcionário e confirmação.



Fonte: Autores.

Após o registro do horário de entrada, o programa segue para os demais questionamentos, sendo, respectivamente, o registro do horário de saída para o almoço, horário de retorno do almoço e horário de saída do expediente, sendo que todos seguem os mesmos passos demonstrados no registro de entrada desde a confirmação do reconhecimento. Caso positivo, seguirá para o registro dos horários e guardará as informações em um arquivo e posteriormente exibirá o registro na tela para o funcionário, conforme Figuras 6, 7 e 8. No último apontamento do dia, o programa compila todas as informações e se encerra automaticamente.

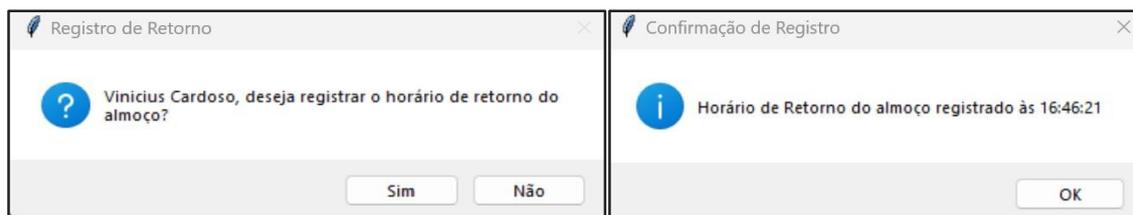
Se não houver o desejo de registrar no momento, clicando-se em “não”, o programa voltará para a etapa do registro pendente. Sendo assim, se o funcionário registrou o horário de almoço, mas no registro de retorno do almoço ele clicou em “não”, o programa manterá os demais registros e deixará em aberto o registro atual.

Figura 6 - Janela de registro do horário de saída para o almoço e confirmação.



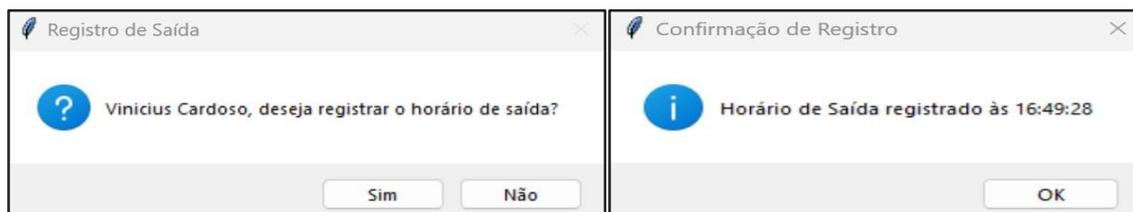
Fonte: Autores.

Figura 7 - Janela do registro do horário de retorno do almoço e confirmação.



Fonte: Autores.

Figura 8 - Janela do registro do horário de saída e confirmação.



Fonte: Autores.

Após realizar todos os registros pelo período de 24 horas do dia vigente (dentro de 00h00 às 23h59), o sistema gera um arquivo com todos os dados que foram confirmados pelo funcionário, conforme Figura 9. Contudo, se ele não finalizar todas as etapas de registro, o programa manterá apenas os confirmados em um arquivo e reiniciará o processo no próximo dia, permitindo que o funcionário registre a entrada no dia posterior.

Figura 9 - Arquivo onde ficam registrados os horários do funcionário.

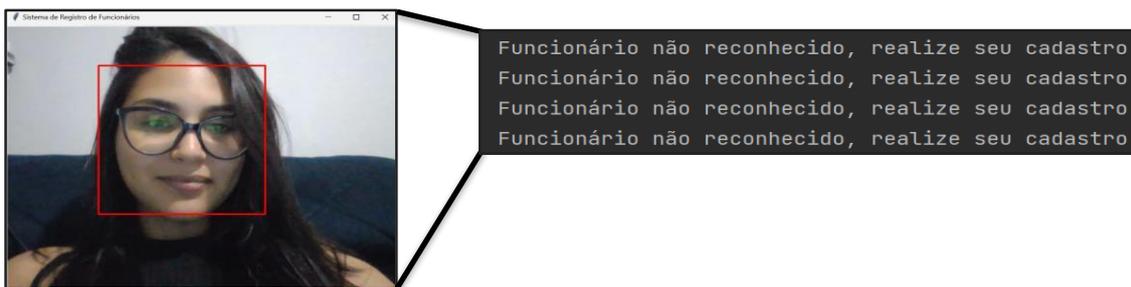
```
Vinicius Cardoso, Entrada, 2023-04-23 16:45:09
Vinicius Cardoso, Saída para almoço, 2023-04-23 16:45:57
Vinicius Cardoso, Retorno do almoço, 2023-04-23 16:49:02
Vinicius Cardoso, Saída, 2023-04-23 16:49:43
```

Fonte: Autores.

Foi proposto outro teste para avaliar o sistema, o qual consistiu em realizar o

reconhecimento com uma pessoa não cadastrada, a fim de verificar se o programa consegue identificar se é uma pessoa desconhecida ou um funcionário previamente cadastrado. Conforme pode ser observado na Figura 10, o programa realizou a identificação corretamente, indicando que a pessoa não está registrada em seu banco de dados.

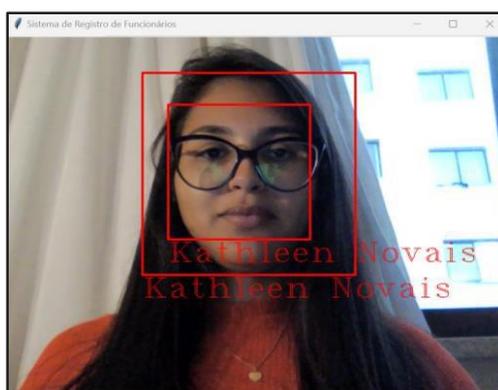
Figura 10 - Tentativa de reconhecimento facial de uma pessoa não cadastrada.



Fonte: Autores.

Logo após, foi realizado o cadastro da funcionária Kathleen Novais, conforme solicitação do programa, e refeito o teste, para verificar se o reconhecimento ocorreria de forma correta. A Figura 11 demonstra que o programa identifica corretamente a funcionária, permitindo que ela prossiga com os registros de seus horários conforme etapas anteriores.

Figura 11 - Programa reconhecendo o funcionário após o cadastro realizado.



Fonte: Autores.

Comentários

A implementação do sistema e todos os testes realizados ocorreram numa instalação local do sistema. O foco, até o momento, esteve na correta identificação do

funcionário. Caberá ao responsável pelo setor de Informática da empresa a tomada de decisões técnicas quanto ao sistema ser colocado para funcionar em ambiente de rede, quanto a ser instalado localmente em computador pessoal de cada funcionário ou em servidor de rede da empresa e quanto aos detalhes da instalação.

O programa meramente registra os horários de entrada, de almoço e de saída, sem verificar se eles são compatíveis com algum contrato ou atribuição de horários de trabalho aos funcionários.

No cadastro de cada funcionário(a) no sistema, devem ser fornecidas imagens suas com as várias aparências com que ele(a) poderá comparecer ao trabalho: com e sem óculos, com e sem barba etc., para que o sistema de identificação possa lidar bem com essas variações.

Conclusão

Em linhas gerais, os objetivos do trabalho foram atingidos. Obteve-se um sistema com processamento de imagens para controle de registro de horários de entrada, almoço e saída dos funcionários de uma empresa. Este sistema é capaz de otimizar a marcação de ponto dos funcionários em regime de trabalho remoto ou híbrido, pois permite uma interação mais intuitiva, sendo dependente apenas da câmera do computador.

Essa ferramenta tem como objetivo padronizar o processo de registro de ponto eletrônico, assegurando a acurácia e a confiabilidade dos dados coletados. Isso ocorre porque o sistema conta com um recurso de confirmação de identificação do funcionário, o que garante uma maior segurança e precisão nas informações registradas. É importante destacar que a veracidade das informações confirmadas ainda é de total responsabilidade do funcionário, uma vez que o sistema é de uso pessoal e intransferível. Entretanto, esse sistema ainda apresenta uma maior efetividade no controle de jornada do que o sistema de registro de ponto manual, em que o registro é feito apenas ao final da jornada por meio do envio de uma simples mensagem ou algo similar.

O sistema apresenta um grande potencial para reduzir custos, já que usa apenas software livre, e aumentar a produtividade das empresas, eliminando a necessidade de conferência manual diária das informações. Com isso, ele proporciona uma solução confiável para uma melhor gestão de tempo do setor de recursos humanos, permitindo que a empresa possa se concentrar em outras atividades importantes. Além disso, o

sistema também pode ajudar a reduzir erros e inconsistências nas informações registradas, melhorando a qualidade dos dados e aumentando a precisão e acurácia das análises feitas com base neles. Como exemplo, tem-se um melhor acompanhamento das horas extras.

Como perspectivas futuras, é possível aprimorar o sistema para prevenir fraudes, através da implementação de uma plataforma de cadastro que deve ser capaz de detectar uma inconsistência quando um funcionário logado confirma seu reconhecimento como se fosse outro. Nesse caso, o sistema deve cancelar o registro e solicitar um novo reconhecimento automaticamente. Outro ponto para aprimoramento seria a criação de um sistema de notificação para prevenir a eventualidade de algum funcionário esquecer de bater o ponto. Nesse sentido, o sistema identifica automaticamente a ausência de registro e enviará uma notificação via e-mail, para que o funcionário possa inserir manualmente sua justificativa no sistema, a qual será submetida à análise e à aprovação do gestor.

Para conferir maior praticidade ao sistema, há a possibilidade de futuramente integrá-lo a um aplicativo de celular, permitindo que os funcionários registrem sua presença utilizando seu aparelho, em lugares previamente autorizados pela empresa e exclusivos para cada funcionário. Tal medida visa a proporcionar maior agilidade ao processo de marcação do ponto, sem deixar de lado a segurança e confiabilidade do sistema.

Referências

AHSAN, Md Manjurul *et al.* Face Recognition in an Unconstrained and Real-Time Environment Using Novel BMC-LBPH Methods Incorporates with DJI Vision Sensor. **Journal Of Sensor And Actuator Networks**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 54, 28 nov. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/jsan9040054>.

ALI, Waqar et al. Classical and modern face recognition approaches: a complete review. **Multimedia Tools and Applications**, v. 80, n. 3, p. 4825-4880, 2021.

BISSI, Thelry David. **Reconhecimento Facial com os algoritmos Eigenfaces e Fisherfaces**. 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22158/3/ReconhecimentoFacialAlgoritmos.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2023. CASCADE Classifier. Disponível em: https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html. Acesso em: 06 abr. 2023.

CITRIX (org.). **Return to Work**. 2022. Disponível em:

https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/off-site/one-poll-citrix-return-to-work-us.pdf. Acesso em: 12 set. 2022.

DEPOSIT PHOTOS (org.). Disponível em: <https://br.depositphotos.com>. Acesso em: 07 maio 2023.

DIXI PONTO. **Dixi Relógio de Ponto**. Disponível em: https://dixiponto.com.br/relogio-pontobiometrico.php?gclid=CjwKCAiAjPyfBhBMEiwAB2CCIoOc8egdZpROgy1YiSDjWLmsIZyu2b6TQgZw5INmVVbPfe3mOXZwRoCz3kQAvD_BwE. Acesso em: 06 mar. 2023.

ÉPOCA. **Com pandemia, executivos relatam aumento de 50% nas horas extras**. 2021. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Carreira/noticia/2021/03/com-pandemia-executivos-relatam-aumento-de-50-nas-horas-extras.html>. Acesso em: 08 ago. 2022.

GALIMBERTI, Luiz Henrique de Oliveira. **ESTUDO COMPARATIVO DE ALGORITMOS DE BIOMETRIA FACIAL DISPONIBILIZADOS PELA BIBLIOTECA OPENCV PARA CONTROLE DE ACESSO**. 2018. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/a5321730-0ad6-4bb4-9a1f-78d6752c59dc/content>. Acesso em: 19 fev. 2023.

HAGE, Ricardo. **Removendo o ruído de uma foto de uma maneira diferente**. 2018. Disponível em: <https://ricardohage.com.br/2018/05/21/removendo-o-ruído-de-uma-foto-de-uma-maneira-diferente/#:~:text=Na%20fotografia%20digital%20o%20ruído,mesmo%20pelo%20software%20da%20câmera>. Acesso em: 19 fev. 2023.

HUANG *et al.* Labeled Faces in the Wild: A Database for Studying Face Recognition in Unconstrained Environments. University of Massachusetts, Amherst, Technical Report 07-49, October, 2007.

OMS. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/measures>. Acesso em: 08 ago. 2022.

OPENCV. **The OpenCV Reference Manual**. [s.l: s.n.]. Disponível em <https://docs.opencv.org/4.x/> Acesso em 12/05/2023.

PRABHA, Sneha *et al.* Face Recognition Algorithms: A Review. **Irjet**, [S.I], v. 8, n. 7, p. 1856-1863, jul. 2021. Mensal. Disponível em: <https://www.irjet.net/archives/V8/i7/IRJET-V8I7323.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

PRADO, Kelvin Salto do. **Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm**. 2017. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/face-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b>. Acesso em: 15 fev. 2023.

SAVIETTO, João Vitor. **Machine Learning: Métricas, Validação Cruzada, Bias e**

Variância. Disponível em: <https://medium.com/@jvsavietto6/machine-learning-métricas-validação-cruzada-bias-e-variância-380513d97c95>. Acesso em: 06 abr. 2023.

SAXENA, Neeraj; SHUKLA, Shivam. A Review on LBPH (Local Binary Patterns Histograms) based Enhanced Technique For Multiple Face Detection. **International Conference On Intelligent Technologies & Science**, Lucknow, 2021.

SOUSA, Priscila. **Conceito de pixel.** Disponível em: <https://conceito.de/pixel>. Acesso em: 06 mar. 2023.

SUDHANARANG *et al.* Comparison of Face Recognition Algorithms Using Opencv for Attendance System. **International Journal Of Scientific And Research Publications**, New Delhi, v. 8, n. 2, p. 268-273, 2018.

ZKTECO. **Registro de ponto com reconhecimento facial: Conheça a Assecont.** Disponível em: <https://www.zkteco.com.br/noticias/ponto-com-reconhecimento-facial/>. Acesso em: 28 fev. 2023.