CENTRO UNIVERSITARIO ADVENTISTAS DE SÃO PAULO

UNASP-HT

ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Andrey da Luz Fernandes dos Reis

Nadson de Souza Silva

Utilização de reconhecimento facial para facilitar na questão da presença dos alunos e melhorar a segurança em instituições de ensino.

UNASP-HT

2022

Andrey da Luz Fernandes dos Reis

Nadson de Souza Silva

Reconhecimento facial para melhorar a segurança em instituições de ensino.

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário Adventista de São Paulo do curso de Engenharia da Computação, sob orientação do prof. Dr.

UNASP-HT

2022

Trabalho de Conclusão de Curso do Centro Universitário Adventista de São Paulo do curso de Engenharia da Computação, apresentado e aprovado em de de 2022.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Nome e assinatura do orientador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Nome e assinatura do orientador do segundo leitor

AGRADECIMENTOS

• Primeiramente agradecemos a Deus pelo dom da inteligência que nos proporciona e pela proteção e ajuda para conosco sempre.

• Agradecemos também a nossas famílias pelo apoio neste processo e nessa etapa da nossa vida por ser reta final.

• Agradecemos ao Professor Ackley por nos ter orientado durante 6 meses e por nos ter dado um caminho a seguir. Agradecemos também a Professora Adriana e ao Professor Fabiano por sempre estarem nos apoiando e pelas orientações que foram dadas a nós através de encontros e aulas.

Resumo

O tema em questão visa a utilização de reconhecimento facial para melhorar na questão da segurança dos alunos em instituições de ensino, onde usaremos na resolução deste problema diferentes tecnologias, linguagens de programação que auxiliam no processo para a elaboração do trabalho, ferramentas como o machine learning que provém de técnicas para o reconhecimento facial além da utilização de frameworks para o treinamento do modelo. Atualmente, a aplicação desenvolvida já realiza tanto a detecção dos rostos quanto o reconhecimento facial e vem mostrando ser uma arma promissora no quesito de segurança. Instituições de ensino não devem ser vistas pelos alunos e professores como um mero local de trabalho ou de estudo, mas sim um local seguro onde todos possam se sentir e estar confortáveis durante o período ali vivido.

Palavras-chave: Reconhecimento facial, Detecção de rostos, Python, Aprendizado de Máquina e Segurança.

Abstract

The subject in question aims to use facial recognition to facilitate the presence of students who in turn must be and remain in the environment and improve security in educational institutions, where we will use different technologies, programming languages ​​that help in the process for the elaboration of the work, tools such as machine learning that come from techniques for facial recognition in addition to the use of frameworks for training the model. Currently, the developed application already performs both face detection and facial recognition and, in addition, it has shown to be a promising weapon in terms of security. Educational institutions should not be seen by students and teachers as a mere place of work or study, but a safe place where everyone can feel and be comfortable during the period they live there.

Keywords: Face Recognition, Face Detection, Python, Machine Learning, MediaPipe and Security.

1 Introdução

Em média o ser humano passa em torno de 18 a 19 anos de sua vida em meio escolar estudando, e uma pessoa que dedica sua vida a ensinar os outros como professor ou coordenador quase sempre passa em média mais anos no ambiente educacional do que os alunos.

Um tema que vem sendo foco e gerando diversos questionamentos de meios de comunicação é sobre a segurança nas instituições de ensino. Não é de hoje que vemos casos de professores e alunos sendo atacados ou mortos, por pessoas que não pertencem e não fazem parte da instituição. Por isso, será utilizada a tecnologia de reconhecimento facial para que na hora da entrada o acesso seja liberado apenas para as pessoas que estudam ou trabalham na escola ou faculdade, a fim de reduzir esse tipo de problema, ou que, de acordo com Wenyi Zhao e Rama Chellappa (2006), citado por Quadros et al. (2017), o reconhecimento facial seja feito de forma discreta.

O uso de reconhecimento facial vem se tornando uma ferramenta essencial em muitos lugares e ambientes de acesso restrito como agências governamentais, bancos e escolas, seja para o controle de entrada e saída ou para segurança de forma geral. O estudo em questão tem o intuito de utilizar essa tecnologia nas instituições de ensino.

De forma geral o objetivo deste estudo é realizar pesquisas e através destas mesmas testar métodos de reconhecimento facial de forma rápida e prática aplicado na facilitação da presença escolar e principalmente na parte de segurança de escolas e universidades. Para isso será realizado uma busca por ferramentas que são fundamentais para tais processos como para realizar a construção e auxílio no treinamento das redes neurais.

De maneira mais abrangente será desenvolvida uma aplicação que se utiliza da linguagem Python e a ferramenta OpenCv para que seja feita a detecção e o reconhecimento facial de rostos. Além disso, serão utilizadas outras técnicas e ferramentas como o face recognition que por ser flexível e abrangente em diversas áreas realizará uma implementação com a técnica do machine learning para a construção, aquisição de dados, treinamento e realização de testes da aplicação.

A principal justificativa deste presente artigo é o desenvolvimento de uma aplicação que seja capaz de realizar o reconhecimento facial onde é baseado em técnicas de processamento de imagens e a partir delas realizar a coleta de características necessárias para o reconhecimento em tempo real em ambientes escolares.

2 Referencial teórico.

2.1 Reconhecimento facial

De acordo com Negri et al. (2020) citado por Vu (2018), as técnicas de reconhecimento facial foram e são uma tentativa de superar o raciocínio do cérebro humano nas partes de processar, memorizar e lembrar de milhares de faces que se é deparado todos os dias.

Segundo Nabeel (2019), as tecnologias de reconhecimento facial são softwares programados para visualizar, processar, reconhecer e identificar rostos de diversas pessoas diferentes, podendo realizar a identificação facial através de vídeos, fotos ou em tempo real através de câmeras de segurança. Além disso, são usadas bases de dados, banco de dados e repositórios locais durante o reconhecimento facial onde estão e são guardadas fotos de diversos rostos, e destas fotos é feita a comparação com o reconhecimento atual.

O conceito de reconhecimento facial é algo que abrange diversas áreas de conhecimento, as duas principais seriam a detecção e reconhecimento de faces, porém seus conceitos são distintos, sendo importante diferenciá-los. O conceito de detecção de faces pode ser compreendido como localização de faces, ou seja, ela está diretamente ligada se existe a presença e se a posição espacial de cada face está na imagem como descrito por Omaia (2009). Já o conceito de reconhecimento de faces de acordo com Andrezza (2015) está ligado no processo de identificar uma determinada pessoa realizando análise de sua face e comparando com outras pré-rotuladas.

De forma geral, o reconhecimento facial mapeia características faciais de uma ou várias pessoas presentes e compara as informações obtidas com um banco de dados ou um repositório local como falado por Negri et al. (2020).

2.2 Python

De acordo com Borges (2010), Python é uma linguagem de altíssimo nível sendo ela orientada a objeto, ela possui uma característica do tipo dinâmica, interpretada e interativa, pois ela possui uma sintaxe clara, contendo uma lógica simples, porém completa sendo assim favorecendo a legibilidade do código fonte. Essas características vêm tornando a linguagem python mais utilizada e de fácil aprendizagem, pois ela em comparação a outras como Java, C#, C e C++ é bem mais simples e didática, sendo não necessário estruturas e escritas imensas para um fim.

Python ainda por cima, como é descrito por Borges (2010) inclui diversas estruturas de alto nível como listas, dicionários, data, frameworks de terceiros que podem ser integrados e adicionados e possui recursos encontrados em outras linguagens também, dentre outras ferramentas dentro das diversas que ele disponibiliza e interage.

2.3 OpenCv

OpenCv é considerada uma biblioteca open source, ou seja, uma biblioteca de código aberto como é descrito por Maurício Marengoni e Denise Stringhini (2009), que por sua vez implementa diversas ferramentas de interpretação de imagem realizando ações simples como filtros de ruídos podendo chegar até atividades mais complexas como reconhecimento de padrões.

De certa forma o principal objetivo do OpenCv seria fornecer certas infraestruturas de visão computacional que sejam simples e práticas de usar, de forma que ajude na criação de aplicativos, códigos e implementações. Além disso, ele dispõe de mais de 500 funções, ajudando com imagens médicas para hospitais, calibração de câmeras e interface de usuário. Outra forma de se utilizar do OpenCv seria no aprendizado de máquina, pois a visão computacional e o aprendizado andam de mãos dadas como dito por Gary Bradaski e Adrian Kaehler (2008).

2.4 Face Recognition

A face recognition e o nome de uma biblioteca que utiliza o reconhecimento facial de última geração do dlib que se trará de um conjunto de ferramentas onde dentro dela contém diversos algoritmos de aprendizado da maquinas e ferramentas para a criação de diversos softwares afim de resolver problemas do mundo real como descrito por Geitgey (2017).

A biblioteca por si só de acordo com Geitgey (2017) fornece uma ferramenta de linha de comando onde nela e permitido que seja realizado o reconhecimento facial de uma pasta de imagens através da execução de comandos por essa linha.

Os processos que essa biblioteca executa são bem simples. O primeiro deles se trata de analisar as fotos ou vídeos em tempo real e realizar um recorte dos rostos que são reconhecíveis gerando uma saída com esses recortes. O segundo passo seria encontrar e manipular nesses recortes características faciais como sobrancelhas, olhos, boca maxilar etc. O terceiro passo e últimos seria a identificação de rostos segundo Geitgey (2017).

Colocar as fotos.

2.5 Detecção de rostos e coleta de dados

Detecção de rostos ou reconhecimentos faciais tem seu processo de funcionamento comparando as características faciais como largura entre pontos nas bochechas, distância de pontos entre a boca e bochechas e distância entre os olhos de uma determinada imagem com outros rostos dentro de um banco de dados ou de algum repositório. Um dos métodos destacados por Orvalho (2019) para conseguir essas características em reconhecimento facial é a utilização de métodos geométricos, onde, características são extraídas por formas ou por pontos salientes no rosto, sejam eles nos olhos, boca, nariz e bochechas.

Segundo Szeliski (2010) citado por Prado (2018), os modelos de reconhecimentos faciais trabalham corretamente e de forma melhor utilizando imagens frontais e com boa iluminação, no entanto tendo em vista os parâmetros de que nem sempre a imagem ficará bem iluminada e centralizada foi adotado e utilizado um método para que estes modelos trabalhassem na comparação de imagens em escalas de cinza. Nos tempos atuais, como é dito por Szeliski (2010) citado por Prado (2018), na maior parte das análises de reconhecimento fácil que se baseiam na aparência são e dependem fortemente de classificadores de treinamento que por sua vez utilizam determinados conjuntos de padrões de imagens de faces e faces não rotuladas. Um exemplo dessa abordagem da análise por aparência seria o algoritmo de Viola-Jones.

2.6 Machine learning

O campo de aprendizado de máquina visa, de acordo com Ratsch (2004), passar e ensinar habilidades inteligentes de humanos para que as máquinas possam imitá-los, que em um propósito geral é considerado importante para tornar as máquinas capazes de entender e reagir a determinadas situações e eventos. Aprender não é mais um caso de lembrar e sim de analisar e aplicar novas experiências.

Aprendizado de máquina ou machine learning segundo Murdoch (2019), e definido pela extração de um conhecimento relevante de um determinado modelo de aprendizado de máquina em relação a relacionamentos contidos em dados ou aprendidos pelos modelos. Também é importante ressaltar que o machine learning segundo Cielen et al. (2016) citado por Páscoa (2018), pode ser usado em diversas situações, desde uma simples tarefa como identificar padrões até a tarefa mais difícil como realizar tomada de decisões com a mínima ou nenhuma intervenção humana, ou seja, quanto mais dados e situações forem inseridas maior será o desempenho e experiência que o modelo obterá.

A ferramenta machine learning para Alpaydin (2014) tem sido bastante utilizada no quesito de segurança, mas ela pode ser aplicada em várias áreas para reconhecer padrões, extração de dados para aplicações futuras, regularidades etc., portanto ela se torna algo que consegue identificar completamente vários, senão todos os dados que estão à sua disposição fazendo com que sejam melhores que humanos.

Segundo Alpaydin (2014, p. 3), “Para ser inteligente, um sistema que está em um ambiente em mudança deve ter a capacidade de aprender. Se o sistema pode aprender e se adaptar a tais mudanças, o projetista do sistema não precisa prever e fornecer soluções para todas as situações possíveis”.

O machine learning para Alpaydin (2014), é algo abrangente que possui várias áreas de análises como associações de aprendizagem que tem como exemplo pessoas em um supermercado, onde o sistema visa aprender regras de associações para que o cliente que compra x também compre y. Outras áreas bastante usadas são as classificações, aprendizado não supervisionado, aprendizado por reforço etc.

De certa forma como destacado por Alpaydin (2014), o aprendizado de máquina na área do reconhecimento facial recebe arquivos de uma base de dados ou um banco de dados público ou particular com fotos, seja de servidores ou visitantes e a partir disso realiza uma análise de padrões que as faces contenham para o reconhecimento, ou seja, nesta área ele é usado para o controle de trânsito de pessoas em determinados ambientes.

O machine learning em termos e linhas gerais aplicados ao tema de reconhecimento facial para a segurança e facilidade tenta analisar, construir e aplicar métodos para distinguir diferentes rostos com base em seus padrões para Ratsch (2004).

2.7 Visão Computacional

De acordo com Danilo Milano e Luciano Honorato (2014) visão computacional é a ciência que possibilita uma máquina enxergar o mundo a sua volta por meio de câmeras, sensores e outros dispositivos, permitindo que ela receba um grande volume de informações precisas resultando numa execução mais inteligente das tarefas que lhe forem atribuídas, aproximando-se cada vez mais do intelecto humano. Em sua maioria, as aplicações de visão computacional são sistemas especialistas, pois necessitam de conhecimento de outras áreas para a solução de um problema específico. Os sistemas normalmente seguem seis etapas para a implementação da visão computacional que são: aquisição de imagem, pré-processamento para facilitar identificação do conteúdo da imagem, extração de características que compõem a imagem, detecção e segmentação para destacar regiões importantes e, por último, processamento de alto nível.

Diagrama

Descrição gerada automaticamente

Figura 2: Mostrando os processos da visão computacional no processamento de alto nível.

2.8 MongoDB

MongoDB e um banco de dados que não possui conceitos de tabelas, esquemas, linhas, junções, chaves estrangeiras além de não conter muitos outros recursos que podem ou irão causar do de cabeça e estresse que um banco de dados relacional possui de acordo com o site de documentação dele MongoDB (2022). Atualmente os bancos de dados tradicionais (relacionais) trabalham amplamente com linhas, tabelas, junções dentre outras ferramentas e recursos, mas o MongoDB trabalha como um banco de dados orientado a documentos como e descrito por Hows et al. (2019).

De acordo com Hows et al. (2019) os criadores do MongoDB o fizeram para que ele pudesse se desvencilhar dos modelos convencionais e que ele pudesse ser extremamente rápido e amplamente fácil de se usar e entender além de ter um sistema antifalhas que permite que um banco de dados seja restaurado a partir de outro servidor caso ele seja perdido por falhas humanas ou computacionais.

2.9 HTML

De acordo com Silva (2008) HTML é uma linguagem convencionalmente chamada de linguagem de marcação para hipertexto, ou seja, pode se resumir o HTML em um documento que e transmitido para a internet tendo como uma das suas principais características a ligação a outros documentos da internet. O que torna possível a construção desses hipertextos são os chamados links que estão sempre presentes nas páginas da internet atualmente.

2.9.1 CSS

O CSS assim como o HTML não é considerado uma linguagem de programação de fato pois o CSS é uma linguagem de estilo em cascata sendo assim, ela tem ligação direta com o HTML. Basicamente o CSS seria uma linguagem de formatação e apresentação visual, assim sendo, e ele quem determina a cor do texto, a fonte, o espaçamento e todo o aspecto estético de uma página como e descrito por Silva (2008).

2.9.2 JavaScript

Pela definição dada por Flanagan (2012) a linguagem JavaScript usa imensamente e amplamente na internet em sites e navegadores sendo ela usada para especificar o comportamento das paginas na internet. As principais características do JavaScript se baseiam em que ela e uma linguagem de alto nível, dinâmica, interpretada e se baseia nos princípios de programação orientada a objetos. Basicamente o JavaScript se define numa API minimamente pequena para se trabalhar com listas, datas, arrays,

3 Metodologia

Neste tópico será explicado de forma rápida e objetiva os objetivos da pesquisa, a descrição dos processos usados, métodos utilizados, sistemas utilizados, a forma pelo qual a aplicação foi feita e os resultados que desejamos obter.

Nosso objetivo de forma geral com esta pesquisa, tem o intuito de estudar, explorar e aplicar soluções que melhorem principalmente a segurança em instituições de ensino e que, de forma automática realize a presença automática dos alunos ao ser feito o reconhecimento facial deles.

Os processos, métodos e sistemas usados a fim de ser feito o reconhecimento facial foram amplamente baseados em leituras, estudos e aplicações de artigos, livros e bibliografias relacionados ao nosso tema, aos nossos objetivos e principalmente aos nossos resultados que desejamos alcançar. Além disso, foi utilizado e aplicou-se também nosso conhecimento adquirido durante o período que passamos em salas de aula, relacionando a algumas matérias específicas. Utilizamos bastante o google acadêmico e nele realizamos as pesquisas de palavras chaves relacionadas diretamente e indiretamente ao nosso tema, além de outras bases da dados como repositórios de outras faculdades.

Foram feitos dois scripts ao todo, um para ter a conexão com o banco de dados feito em MongoDB. Esse banco de dados conectado com o primeiro script tem a função de gerar um encode com os dados que estão cadastrados e as fotos dos rostos. Já o segundo script pega esse encode que foi gerado da relação entre o primeiro script e o banco de dados e faz uma comparação com os rostos que estão na frente da câmera em tempo real e verifica se são compatíveis.

A princípio utilizamos para os testes do reconhecimento facial fotos de nossos colegas de sala de aula e de pessoas que conhecemos para que possamos extrair uma certa relevância e verificar se a aplicação e ou não funcional para este tipo de situação. As fotos que serão utilizadas para os testes irão ter certas variações como o posicionamento, angulo, visual e objetos que são utilizados nos rostos como óculos, piercings, dentre outros.

Os resultados que obtivermos através dos estudos e aplicações deverão ser que a utilização do reconhecimento facial ajuda na melhoria da segurança dos alunos, professores e servidores e que a presença automática facilite no trabalho de professores, na gestão da escola para servidores e na vida dos alunos.

4 Desenvolvimento

Neste trabalho, durante seu processo de escrita e pesquisa foi feito o desenvolvimento e elaboração de um algoritmo que realizasse o processo de reconhecimento facial de vídeo em tempo real. Para esta elaboração do modelo foram utilizadas técnicas e a ferramentas especificas, todas citadas e explicadas dentro da fundamentação teórica e metodologia. O sistema não foi implantado em um ambiente, mas, todavia, mostra-se bastante promissor, pois com sua alta taxa de possíveis implementações a outras ferramentas e técnicas ele se torna uma arma bastante pratica para ser utilizada no quesito de segurança e facilidade em ambientes de ensino.

O modelo desenvolvido para o reconhecimento facial foi feito na linguagem python. Além da linguagem python foi utilizada a biblioteca OpenCv que que fornecem certas infraestruturas de visão computacional. Também foram utilizados algoritmos, técnicas e frameworks para o treinamento do modelo como o Haar-cascade, o Media-Pipe, o Machine learning, Tensor Flow e a biblioteca face recognition que apresenta soluções em aprendizado de máquina e contém modelos treinados.

De primeiro modo foi feita a construção do algoritmo com o classificador Haar-cascade e a partir dele foram realizados testes na detecção de rostos. Em segundo modo foram feitos testes com o classificador media-pipe que oferece soluções em machine learning, mas durante nossas pesquisas afim de melhorar e facilitar nossa aplicação foi visto que existia uma biblioteca que supera o classificador Haar-cascade, o media-pipe e o tensor flow e oferece soluções de machine learning personalizáveis, além de conter uma abrangência no assunto muito maior já vindo com um modelo treinado tendo a eficiência e 99,38% nos testes, sendo ela a face recognition.

Explicar código.

5 Resultados

O algoritmo que foi desenvolvido até agora já está bastante avançado mas ainda não se encontra como queríamos, mas por sua vez ele se mostra promissor por ser bem flexível e dinâmico sendo assim de fácil implementação e integração com novas técnicas e ferramentas, ou seja, podendo ser evoluído ainda mais.

Até o presente momento nosso algoritmo realiza tanto a detecção dos rostos em vídeo de tempo real quanto o reconhecimento facial deles que de fato e o foco das nossas pesquisas e da nossa aplicação que está sendo desenvolvida em cima disso.

Os testes feitos recentemente com as fotos de nossos colegas de salas de aula se mostram bastante promissores tendo 100% de acertos durante o processo de reconhecimento facial.

6 Conclusões.

A criação desta aplicação ajudara de forma incisiva e direta na segurança de instituições de ensino, pois o reconhecimento facial ajuda no controle de quem entra e de quem sai do ambiente acadêmico ou institucional.

Apesar de não termos concluído em 100% nossas pesquisas e objetivos atualmente que seria a implementação da presença automática através de uma integração com o canvas student, podemos ressaltar que o projeto que está ainda em fase de desenvolvimento e estudo e considerado bastante promissor e pode eventualmente ser usado de forma abrangente em escolas ou ambientes escolares.

7 Referências bibliográficas.

ALPAYDIN, E. **Introduction to Machine Learning**. United States of America: Thomas Dietterich. 2014.

ANDREZZA, I. L. P. **Análise de técnicas de normalização aplicadas ao reconhecimento facial**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7883>. Acesso em: 20 mai. 2022.

BORGES, L. E. **Python para desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010.

BRADASKI, G.; KAEHLER, A. **Learning OpenCv**. United States of America: O’Reilly media Inc., 2008.

CIELEN, D.; MEYSMAN, A. D. B.; ALI, M. **Introducing data science: Big data, machine learning and more, using Python tools**. United States of America: Manning Publications Co. 2016.

DUONG, J.; HURTADO, J.; KUNTJORO, N.; MAK, N.; MAXWELL, N.; VU, B. **A Technological and Ethical Analysis of Facial Recognition in the Modern Era**. 2018. Disponivel em: <https://www.academia.edu/38066258/A\_Technological\_and\_Ethical\_Analysis\_of\_Facial\_Recognition\_in\_the\_Modern\_Era>. Acesso em: 20 mai. 2022.

**Face Recognition**. In: Face Recognition. GEITGEY, A. 2017. Disponível em: < <https://github.com/ageitgey/face_recognition>>. Acesso em: 11 de setembro de 2022.

FLANAGAN D. **JavaScript, O guia definitivo**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2012

HOWS, D.; MEMBREY, P.; PLUGGE, E. **Introdução ao MongoDB**. São Paulo: Novatec, 2019.

MARENGONI, M.; STRINGHINI, D. **Introdução à Visão Computacional usando OpenCV**. 2009. Disponível em: <http://projetoaprendizagemgrupo4.pbworks.com/w/file/fetch/96673350/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20ao%20OpenCV.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2022.

MILANO, D.; HONORATO, L. B. **Visão computacional**. 2014. Disponivel em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35825905/2010\_IA\_FT\_UNICAMP\_visaoComputacional-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1651779761&Signature=GLbh~D-dN05-SelBNEN1cdoomDcCiXghqrs1~rnp86NB93pg3EILYE~vKZe0hCmHW44iocgMDNhEUFGFuMMqsDT2UCMYzb5l8U46NA1dmgqTXlVBhhiiCDZ6~iEj2gi2BEZgJtJM1z2AyJlA4OLJGdXeu7bQS-d8uTgvaXk0QjE2sI~uScgkFrTQGeyPw16x1MO97TWNLUshspIOfcgTi1p5mKh9SeJW82u9m8oyZ0ckVN-4fe5jpBJEiCvzMJ62skz5odawx1gDubTNiTbal695zSVrFgClh44aj0d7qnSbuaiWDyfwoSgHnChfBMyP9gle4OJQGE0nHyZ8bKzS-g\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 05 mai. 2022.

MURDOCH, W. J.; SINGH, C.; KUMBLER, K.; ABBASI-ASI, R.; YU, B. **Interpretable machine learning: definitions, methods, and applications**. 2019. Disponivel em: <https://arxiv.org/pdf/1901.04592.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2022.

**MongoDB Docs**. In: MongoDB. MongoDB. 2022. Disponível em : < https://www.mongodb.com/docs/>. Acesso em: 11 de setembro de 2022.

NABEEL, F. **Regulating Facial Recognition Technology in Public Places**. 2019. Disponível em: <https://www.academia.edu/39871139/Regulating\_Facial\_Recognition\_Technology\_in\_Public\_Places>. Acesso em: 20 mai. 2022.

NEGRI, S. M. C. Á.; OLIVEIRA, S. R.; COSTA, R. S. **O uso de tecnologias de reconhecimento facial baseadas em inteligência artificial e o direito à proteção de dados**. 2020. Disponível em: <https://portal.idp.emnuvens.com.br/direitopublico/article/view/3740/Negri%3B%20Oliveira%3B%20Costa%2C%202020>. Acesso em: 20 mai. 2022.

OMAIA, D. **Um sistema para detecção e reconhecimento de face em vídeo utilizando a transformada cosseno discreta**. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/6107>. Acesso em: 20 mai. 2022.

ORVALHO, V. **Reconhecimento Facial**. 2019. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2019/073/>. Acesso em: 05 mai. 2022.

PÁSCOA, M. I. F. **Os desafios da machine learning: Aplicação ao mercado financeiro**. 2018. Disponível em: < https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/84617/1/Os%20Desafios%20da%20Machine%20Learning%20Aplica%c3%a7%c3%a3o%20ao%20Mercado%20Financeiro.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2022.

PRADO, K. S. **Comparação de técnicas de reconhecimento facial para identificação de presença em um ambiente real e semicontrolada**. 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100131/tde-07012018-222531/publico/Corrigida\_Kelvin\_Salton.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2022.

QUADROS, J. R. T; JUNIOR, F. P.; GONÇALVEZ L. B. **Sistema de Reconhecimento Facial para controlo automático de presença em sala de aulas**. 2017. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/profile/Joao-Quadros/publication/318416301\_Facial\_recognition\_system\_for\_automatic\_presence\_control\_in\_a\_classroom/links/59ed60f1aca272cddde063bc/Facial-recognition-system-for-automatic-presence-control-in-a-classroom.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2022.

RATSCH, G. **A Brief Introduction into Machine Learning**. 2004. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.93.9719&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 05 mai. 2022.

SILVA M. S. **Criando sites com HTML, Sites de alta qualidade com HTML e CSS**. São Paulo: Novatec, 2008

SILVA M. S. **Construindo sites com CSS e (X)HTML, Sites Controlados por folhas de estilo em cascata**. São Paulo: Novatec, 2007

SZELISKI, R. **Computer Vision: Algorithms and Applications**. United States of America: Springer, 2010.

ZHAO, W.; CHELLAPPA, R. **Face Processing: Advanced Modeling and Methods. United States of America**: Elsevier Inc., 2006.