CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS APLICADAS AO DIREITO I

CRISTIAN KIEFER DA SILVA

EDGAR GASTÓN JACOBS FLORES FILHO

I61
Inteligência artificial e tecnologias aplicadas ao direito I [Recurso eletrônico on-line] organização Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial: Skema Business School – Belo Horizonte;

Coordenadores: Edgar Gastón Jacobs Flores Filho, Marcílio Guedes Drumond e Cristian Kiefer da Silva– Belo Horizonte: Skema Business School, 2020.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-65-5648-101-2
Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações
Tema: Desafios da adoção da inteligência artificial no campo jurídico.
1. Direito. 2. Inteligência Artificial. 3. Tecnologia. I. Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial (1:2020 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS APLICADAS AO DIREITO I

Apresentação

É com enorme alegria que a SKEMA Business School e o CONPEDI – Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito apresentam à comunidade científica os 14 livros produzidos a partir dos Grupos de Trabalho do I Congresso Internacional de Direito e Inteligência Artificial. As discussões ocorreram em ambiente virtual ao longo dos dias 02 e 03 de julho de 2020, dentro da programação que contou com grandes nomes nacionais e internacionais da área, além de 480 pesquisadoras e pesquisadores inscritos no total. Estes livros compõem o produto final deste que já nasce como o maior evento científico de Direito e da Tecnologia do Brasil.

Trata-se de coletânea composta pelos 236 trabalhos aprovados e que atingiram nota mínima de aprovação, sendo que também foram submetidos ao processo denominado double blind peer review (dupla avaliação cega por pares) dentro da plataforma PublicaDireito, que é mantida pelo CONPEDI. Os quatro Grupos de Trabalho originais, diante da grande demanda, se transformaram em 14 e contaram com a participação de pesquisadores de 17 Estados da federação brasileira. São cerca de 1.500 páginas de produção científica relacionadas ao que há de mais novo e relevante em termos de discussão acadêmica sobre os temas Direitos Humanos na era tecnológica, inteligência artificial e tecnologias aplicadas ao Direito, governança sustentável e formas tecnológicas de solução de conflitos.

Os referidos Grupos de Trabalho contaram, ainda, com a contribuição de 41 proeminentes professoras e professores ligados a renomadas instituições de ensino superior do país, os quais indicaram os caminhos para o aperfeiçoamento dos trabalhos dos autores. Cada livro desta coletânea foi organizado, preparado e assinado pelos professores que coordenaram cada grupo. Sem dúvida, houve uma troca intensa de saberes e a produção de conhecimento de alto nível foi, certamente, o grande legado do evento.

Neste norte, a coletânea que ora torna-se pública é de inegável valor científico. Pretende-se, com esta publicação, contribuir com a ciência jurídica e fomentar o aprofundamento da relação entre a graduação e a pós-graduação, seguindo as diretrizes oficiais. Fomentou-se, ainda, a formação de novos pesquisadores na seara interdisciplinar entre o Direito e os vários campos da tecnologia, notadamente o da ciência da informação, haja vista o expressivo

número de graduandos que participaram efetivamente, com o devido protagonismo, das atividades.

A SKEMA Business School é entidade francesa sem fins lucrativos, com estrutura multicampi em cinco países de continentes diferentes (França, EUA, China, Brasil e África do Sul) e com três importantes acreditações internacionais (AMBA, EQUIS e AACSB), que demonstram sua vocação para ensino e pesquisa de excelência no universo da economia do conhecimento. A SKEMA, cujo nome é um acrônimo significa School of Knowledge Economy and Management, acredita, mais do que nunca, que um mundo digital necessita de uma abordagem transdisciplinar.

Agradecemos a participação de todos neste grandioso evento e convidamos a comunidade científica a conhecer nossos projetos no campo do Direito e da tecnologia. Já está em funcionamento o projeto Nanodegrees, um conjunto de cursos práticos e avançados, de curta duração, acessíveis aos estudantes tanto de graduação, quanto de pós-graduação. Até 2021, será lançada a pioneira pós-graduação lato sensu de Direito e Inteligência Artificial, com destacados professores da área.

Agradecemos ainda a todas as pesquisadoras e pesquisadores pela inestimável contribuição e desejamos a todos uma ótima e proveitosa leitura!

Belo Horizonte-MG, 07 de agosto de 2020.

Profª. Drª. Geneviève Daniele Lucienne Dutrait Poulingue

Reitora – SKEMA Business School - Campus Belo Horizonte

Prof. Dr. Edgar Gastón Jacobs

Coordenador Acadêmico da Pós-graudação de Direito e Inteligência Artificial da SKEMA Business School

ALÉM DA VISÃO JURÍDICA: O FUNCIONAMENTO DE UM ALGORITMO DE RECONHECIMENTO FACIAL E SUAS IMPLICAÇÕES

BEYOND THE LEGAL VIEW: THE OPERATION OF A FACIAL RECOGNITION ALGORITHM AND ITS IMPLICATIONS

Bruno Alberto Soares Oliveira [1]
Giulia Zanon de Castro [2]

Resumo

Atualmente as aplicações em inteligência artificial impactam diretamente o meio judicial, em especial a tecnologia de reconhecimento facial. Recentemente, houve inúmeros casos em que tais aplicações se comportaram muito bem, em outros, entretanto, apresentaram um viés. As decisões jurídicas a serem tomadas abordando o assunto devem ser precisas e justas, demandando grande conhecimento por parte dos profissionais do direito quanto a essa tecnologia. Por isso, o objetivo deste trabalho é ir além do conhecimento jurídico quanto ao assunto, explanando o funcionamento de um algoritmo de reconhecimento facial. Espera-se que este trabalho possa auxiliar a tomada de decisão desses profissionais.

Palavras-chave: Decisões jurídicas, Inteligência artificial, Reconhecimento facial

Abstract/Resumen/Résumé

Currently, applications in artificial intelligence directly impact the judicial area, especially facial recognition technology. Recently, there have been many cases where such applications have performed well, however, other applications showed a bias. Legal decisions on the subject must be precise and fair, requiring a good knowledge by legal professionals in relation to this technology. Thus, the aim of this work is to go beyond legal knowledge on this topic, describing the operation of a facial recognition algorithm. We hope that this work can help the decision-making of such professionals.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Legal decisions, Artificial intelligence, Facial recognition

[1] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Universidade de Minas Gerais

[2] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Universidade de Minas Gerais

1 Introdução

A tecnologia de reconhecimento facial é cada vez mais usada no sistema de justiça criminal. Tal tecnologia utiliza inteligência artificial para reconhecer pessoas através de imagens capturadas por uma câmera em tempo real ou disponíveis em uma página na internet. Os sistemas de computação que possuem esse recurso evoluíram de um nicho de pesquisa promissor para um recurso da justiça profundamente impactante (CONCEIÇÃO et al., 2019).

À medida que o desempenho e a precisão da tecnologia de reconhecimento facial avançam, o papel do poder judiciário entra em ação incentivando e avaliando as possíveis implicações desses algoritmos e o impacto da sua utilização para a sociedade, visto que, uma vez que se conheça bem tal tecnologia, a mesma pode vir a ser aplicada na justiça criminal, defesa nacional, segurança interna de inteligência, bem como para as mais variadas aplicações comerciais (BRAGANÇA; BRAGANÇA, 2019).

Com o crescimento da utilização dos algoritmos de reconhecimento facial nos últimos anos, surge-se a preocupação pública sobre a capacidade da tecnologia em infringir os direitos individuais daqueles que estão sendo observados e consequentemente julgados por um sistema computacional. Em depoimento em junho de 2019 perante o Comitê de Supervisão e Reforma da Câmara dos EUA, Kimberly J. Del Greco, vice-diretor assistente da Divisão de Serviços de Informações sobre Justiça Criminal do FBI, pontuou sobre a necessidade de se encontrar um equilíbrio entre o poder da tecnologia e os direitos da privacidade ((NIJ) et al., 2020):

> "O reconhecimento facial é uma tecnologia que, caso seja usada corretamente, pode melhorar enormemente os recursos que dizem respeito a aplicação da lei e consequentemente aprimorar a segurança pública. Porém, se usada de maneira descuidada e inadequada, pode afetar negativamente a privacidade e as liberdades civis."

Dado todo esse contexto, qualquer profissional do ramo jurídico deve, além de entender as implicações da utilização dos algoritmos de reconhecimento facial, conhecer o funcionamento dessa tecnologia mesmo que de forma superficial, de modo que o agente da lei possa questionar de maneira coesa e precisa junto ao âmbito jurídico, tais impactos causados por esses *softwares*. Por isso, o objetivo deste trabalho é descrever de forma sucinta como funciona um algoritmo de reconhecimento facial, com o intuito de capacitar profissionais da área do direito para uma melhor compreensão sobre essa tecnologia. Dessa maneira, os mesmos irão enriquecer suas discussões sobre o assunto e tomar decisões mais coerentes e fundamentadas, além de compreenderem o real impacto da utilização dos algoritmos de reconhecimento facial para a sociedade.

2 Etapas de um algoritmo de reconhecimento facial

Para entender o funcionamento de um algoritmo de reconhecimento facial, é necessário definir o que é uma imagem para um computador. Para Gonzalez e Woods (2009), uma imagem digital é uma representação em forma matricial que pode ser criada, copiada ou armazenada

em formato eletrônico. Para que o computador consiga entender tal representação, o arquivo precisa estar em um determinado formato, como JPEG, GIF ou PNG. Além disso, é necessário estruturar corretamente os *pixels* no formato de uma matriz numérica. Um *pixel* é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que um conjunto de *pixels* com várias cores formam a imagem inteira. A Figura 1 ilustra uma representação local do conjunto de *pixels*.

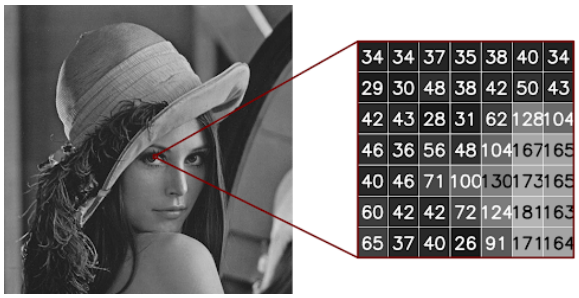


Figura 1: Exemplo de imagem digital e sua representação local em forma de matriz.

Na Figura 1 é mostrada uma pessoa ao lado esquerdo e, ao lado direito, tem-se uma matriz de tamanho 7×7 (sete linhas e sete colunas) que representa a região local para cada um dos valores de *pixel* daquela determinada região. A imagem digital da Figura 1 possui uma resolução de 1000×1000, totalizando 1.000.000 de *pixels*, uma vez que cada *pixel* é um valor que ocupa uma posição na matriz. Como pode ser observado, a imagem do exemplo está em escala da cinza, sendo assim, cada valor de *pixel* varia de 0 a 255, com o valor zero representando a cor preta e o valor 255 representando a cor branca.

Usualmente, imagens na escala de cinza são utilizadas apenas em aplicações específicas. Grande parte das imagens digitais são encontradas no sistema RGB, que é a abreviatura do sistema de cores aditivas formado pelos tons de Vermelho (*Red*), Verde (*Green*) e Azul (*Blue*). A principal função do sistema RGB é reproduzir cores nos mais diversos dispositivos eletrônicos como nos monitores de TV, computadores, mídias digitais e celulares em geral (PORTER; DUFF, 1984). Assim como uma imagem em escala de cinza possui uma matriz com n valores de *pixels* variando de 0 a 255, uma imagem no sistema de cor RGB possui três matrizes, uma para cada cor, com todas do mesmo tamanho. Com isso, a partir da combinação entre as três matrizes em cada *pixel*, é possível representar qualquer outra cor, como o amarelo, roxo, marrom entre outras.

Dito isso, visto que algoritmos de reconhecimento facial lidam exclusivamente com imagens digitais, tem-se toda uma sequência de etapas a serem seguidas para o desenvolvimento desses sistemas de computação, que vão desde a manipulação de cada *pixel* em uma imagem até o reconhecimento de que uma determinada face pertence a pessoa X e não a pessoa Y. Existem inúmeros algoritmos de reconhecimento facial que, de maneira geral, atacam o problema em quatro estágios: (1) detecção da face; (2) pré-processamento da imagem; (3) extração de características e (4) classificação. A Figura 2 apresenta o *pipeline* de um algoritmo de reconhecimento facial.

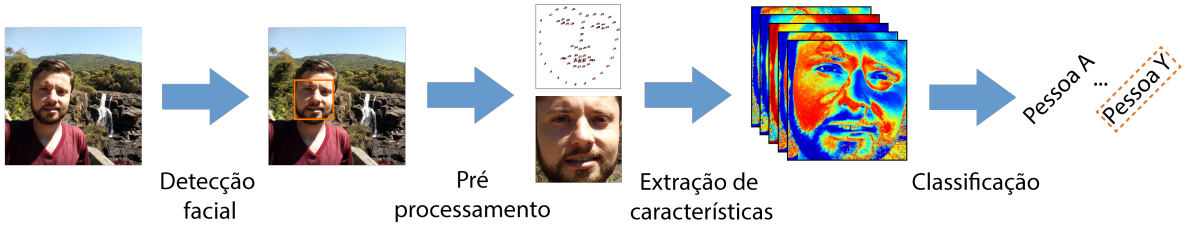


Figura 2: *Pipeline* de um algoritmo de reconhecimento facial.

2.1 Detecção da face

O primeiro estágio de um algoritmo de reconhecimento facial trata de detectar a face de uma pessoa na imagem ou no vídeo de entrada do algoritmo, ou seja, encontrar um rosto qualquer, não sendo capaz ainda de classificar a face encontrada como pertencente à pessoa X e não à pessoa Y. Existem várias maneiras de se localizar rostos em imagens digitais, sendo que uma comumente utilizada é a análise da vizinhança de cada *pixel*. O algoritmo previamente conhece as assinaturas padrões que possuem o formato de um rosto e, posteriormente, divide a imagem original em vários recortes, comparando a similaridade entre cada recorte feito da imagem original com a representação que o algoritmo entende como uma face.

2.2 Pré-processamento da imagem

Uma vez realizada a etapa de detecção da face, o segundo estágio do *pipeline* dos algoritmos de reconhecimento facial é pré-processar a imagem. A imagem deve ser transformada em um formato monolítico normalizado, o que significa que as imagens devem ter a mesma resolução, nível de brilho, *zoom*, orientação etc. A adoção de tais operações impactam diretamente na taxa de precisão sobre a capacidade de reconhecimento do algoritmo.

Primeiro, extrai-se apenas o retângulo que está contido a face detectada para que, posteriormente, seja empregada algumas operações. Em seguida, é realizado o alinhamento da face, que assim como o nome sugere, é o processo de (1) identificar a estrutura geométrica de cada face contida na imagem e (2) obter um alinhamento canônico da face com base na translação, rotação e escala. Ao fim deste estágio, não importa como o rosto esteja inclinado ou posicionado, o algoritmo é capaz de centralizar os olhos, boca e nariz para sempre ficarem no centro da imagem que posteriormente será analisada.

2.3 Extração de características

Com a face identificada em uma imagem pré-processada, o terceiro estágio consiste na extração das características de cada face, visto que o algoritmo precisa encontrar os dados mais significativos e relevantes, ignorando os ruídos e o que se tem comum na maioria dos rostos. Por exemplo: caso uma determinada pessoa possua uma marca na sobrancelha, o algoritmo pode considerar tal característica relevante, uma vez que, de forma geral, essa mesma marca é um

diferencial em relação as demais faces contidas na base de imagens.

Uma abordagem simples para se utilizar em um algoritmo de reconhecimento facial é ignorar o terceiro estágio da extração de características e, após o segundo estágio, comparar a semelhança entre a imagem pré-processada com todas as demais contidas no banco de dados, pressupondo que a imagem do banco de dados que possuir a maior semelhança com a pré-processada, se trata daquele determinado indivíduo. Tal abordagem pode funcionar bem para uma base de imagens relativamente pequena, porém, caso existam milhões de imagens, a comparação de uma a uma requer um elevado processamento computacional e demora na operação, não sendo possível utilizá-la nessa ocasião.

Dito isso, os principais métodos de extração de características se concentram em extrair apenas atributos e medidas relevantes de cada rosto. Por exemplo: em uma face, é possível encontrar o tamanho do nariz, mensurar o espaço entre os olhos, o contorno dos lábios, o tamanho de cada orelha, o formato da testa, entre outras medidas que podem ser obtidas através deste método.

2.4 Classificação

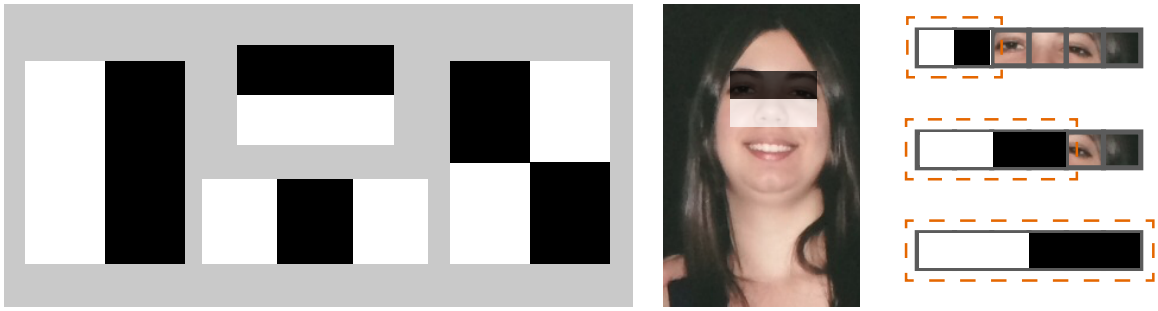
Por fim, após o algoritmo ter encontrado as melhores características para a face analisada, o quarto estágio do *pipeline* dos algoritmos de reconhecimento facial se trata da classificação do indivíduo. Utilizando qualquer técnica básica de classificação de objetos, podendo ser um SVM (*Support Vector Machine*) (CHANG; LIN, 2011), uma MLP (*Multi Layer Perceptron*) (BEALE et al., 1996) ou qualquer outra técnica semelhante, é comparada a similaridade das características extraídas com as demais contidas na base de imagens, fazendo com que dessa forma o algoritmo consiga reconhecer a qual exatamente pessoa pertence aquela determinada face.

3 Algoritmos de detecção e de reconhecimento facial biométrico

O reconhecimento facial biométrico consiste na identificação de um indivíduo por meio de características da face, únicas para cada indivíduo. Essa impressão facial tem sido aplicada em agências policiais, como a INTERPOL (Organização Internacional de Polícia Criminal), para a identificação de pessoas fugitivas, criminosos e pessoas desaparecidas. Entretanto, a maioria dos sistemas de reconhecimento facial comerciais ainda são tendenciosos (GARVIE; FRANKLE, 2016): alguns apresentam comportamento diferente de acordo com a etnia ou cor de pele, devido à natureza dos dados em que foram treinados. Isso reforça a necessidade de um maior controle e regulação sobre como esses algoritmos são treinados para que garantias fundamentais sejam asseguradas. Um dos métodos utilizados no contexto de identificação biométrica consiste em versões adaptadas do algoritmo de Viola–Jones (HUANG et al., 2019), aplicadas como etapa de detecção facial, e na utilização das redes neurais convolucionais (KHAN et al., 2019). Esses métodos são descritos a seguir.

3.1 Algoritmo Viola–Jones de detecção facial

O algoritmo de Viola–Jones (VIOLA; JONES, 2001) consiste na técnica pioneira de detecção facial em tempo real, contribuindo significativamente para os avanços nessa linha. Seu funcionamento é baseado nos denominados filtros de *Haar*, representados pelas janelas retangulares da figura 3a, que são utilizados para extrair características representativas da face ou de uma variedade de objetos. Para a extração dessas características, um filtro é sobreposto a uma região da imagem (figura 3b), sendo subtraída a soma dos valores dos *pixels* sobre a região escura da soma dos valores dos *pixels* sobre a região clara. Assim, se houver uma diferença relevante entre a intensidade dos *pixels* dentro dessas regiões, essa operação permite que padrões que representem características das regiões da face sejam extraídos. A área em torno dos olhos, por exemplo, geralmente é mais escura do que a região das bochechas e consiste em uma das características extraídas pelo filtro de *Haar*.



(a) Filtros de *Haar* (b) Filtro aplicado (c) Diferentes escalas

Figura 3: Filtros de *Haar*

Para lidar com diferentes tamanhos de faces ou objetos, cada filtro é aplicado sobre diferentes posições da imagem e em diferentes escalas. Considerando uma imagem de dimensões 1×6, por exemplo, três configurações distintas de tamanho de filtro podem ser sobrepostos a imagem ao longo da horizontal (Figura 3c). Dessa maneira, ao ser analisada toda a imagem, um número grande de combinações de tamanhos de filtro seria necessário para lidar com a variação de escala, além das diferentes posições possíveis que estes poderiam ocupar. Assim, como forma de reduzir o custo computacional, ao invés de realizar essa operação sobre toda a imagem e computar todo o conjunto de características, o algoritmo de aprendizado de máquina *AdaBoost* (FREUNG; SHAPIRE, 1997) é utilizado para a seleção das características mais relevantes.

Por meio de um conjunto de classificadores combinados de maneira sequencial, ou cascata de classificadores, o processo de decisão é realizado: quando uma imagem passa por um classificador e é recusada como uma face, a imagem é descartada. Caso contrário, ela é passada para um segundo classificador, sendo esse processo repetido para n classificadores. Assim, para que uma imagem seja classificada como um rosto, ela deve ser identificada como uma face por todos os classificadores ao longo da sequência.

Versões modificadas desse algoritmo têm sido amplamente utilizadas em tarefas de detecção facial, uma das etapas utilizadas para a identificação de uma pessoa por meio de

características da face. No método de *Viola–Jones*, entretanto, o conjunto de filtros utilizados para a tarefa de detecção é previamente definido. As redes neurais convolucionais, estado da arte em tarefas de detecção e reconhecimento de imagens, aprendem esse conjunto de filtros e podem realizar o *pipeline* completo de um sistema de reconhecimento facial.

3.2 Redes neurais convolucionais

As redes neurais convolucionais, inspiradas no sistema visual humano, vem alcançando resultados promissores em tarefas de visão computacional, sendo amplamente utilizadas em aplicações de reconhecimento facial. Diferentemente do método anterior, as redes neurais convolucionais realizam a extração automática de características da imagem. Essa extração é realizada a partir das camadas convolucionais e de *pooling* presentes na rede.

Utilizando as camadas convolucionais, características da imagem, como bordas e cores, são extraídas de forma automática. O processo é conduzido por meio de operações matemáticas que, dado um conjunto de faces que pertencem a uma determinada pessoa, o algoritmo de extração de recursos consegue extrair as informações mais relevantes sobre a face, que não necessariamente são as mesmas escolhidas pelos seres humanos. Por exemplo: os seres humanos diferenciam pessoas instantanemente através da simetria do rosto, tamanho da boca, formato do nariz etc. Para um algoritmo de reconhecimento facial, isso pode não ser relevante, podendo ser extraídas características de determinada face não perceptíveis para os seres humanos.

4 Considerações finais

Diante da expansão do uso de tecnologias de reconhecimento facial e da indústria 4.0 no âmbito jurídico, os debates em torno da proteção ao direito fundamental de privacidade e dos limites da utilização e tratamento de dados pessoais têm sido crescente. Por trás desse panorama, existe ainda uma preocupação quanto à transparência, responsabilidade e justiça no contexto do aprendizado de máquina, sendo levantado o seguinte questionamento: as decisões tomadas pelos algoritmos de inteligência artificial estão corretas? Para buscar responder a esta pergunta, a discussão em torno da regulamentação do uso de um sistema de inteligência artificial deve levar em consideração todas as suas etapas, desde a utilização dos dados até a construção do modelo de aprendizado de máquina, seu funcionamento e sua interpretação. Ferramentas de interpretabilidade, que apontam o peso relativo de cada variável sobre a decisão final, podem auxiliar no processo de transparência, evitando, por exemplo, que as decisões automatizadas apresentem um viés discriminatório.

Pensando neste contexto, este trabalho apresenta as principais etapas de um algoritmo de reconhecimento facial, como forma de disseminação dessa nova realidade da indústria 4.0 a um profissional do ramo jurídico. Com todas essas mudanças que vem causando impactos diretos no âmbito jurídico, tais profissionais devem compreender o quão faz-se necessário sua capacitação, não podendo se limitar somente a conhecer os impactos da utilização dessas tecnologias da

indústria 4.0 para a sociedade, mas também o básico sobre seu funcionamento.

É fato que os profissionais do direito não irão conseguir resolver todos os problemas sozinhos, nem os envolvidos com a tecnologia (desenvolvedores, engenheiros, cientistas etc). Dito isso, torna-se extremamente necessário uma maior interatividade entre essas áreas de conhecimento e suas respectivas interdisciplinaridades para que, todos juntos, possam contribuir e amenizar a problemática do uso dessas ferramentas para a socidade, extraindo apenas os recursos positivos que são capazes de proporcionar.

Referências

BEALE, H. D.; DEMUTH, H. B.; HAGAN, M. Neural network design. **Pws, Boston**, 1996.

BRAGANÇA, F.; BRAGANÇA, L. F. da F. Revolução 4.0 no poder judiciário: Levantamento do uso de inteligência artificial nos tribunais brasileiros. **Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro**, v. 23, n. 46, p. 65–76, 2019.

CHANG, C.-C.; LIN, C.-J. Libsvm: A library for support vector machines. **ACM transactions on intelligent systems and technology (TIST)**, Acm New York, NY, USA, v. 2, n. 3, p. 1–27, 2011.

CONCEIÇÃO, V. S.; VIANA, C. C.; ROCHA, A. M. Reconhecimento facial e a relativização do direito de imagem. **Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação**, v. 3, n. 3, p. 436–450, 2019.

FREUNG, Y.; SHAPIRE, R. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. **J Comput Syst Sci**, v. 55, p. 119–139, 1997.

GARVIE, C.; FRANKLE, J. Facial-recognition software might have a racial bias problem. **The Atlantic**, v. 7, 2016.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. C. **Processamento digital de imagens .** [S.l.]: Pearson Educación, 2009.

HUANG, J.; SHANG, Y.; CHEN, H. Improved viola-jones face detection algorithm based on hololens. **EURASIP Journal on Image and Video Processing**, SpringerOpen, v. 2019, n. 1, p. 1–11, 2019.

KHAN, M. Z.; HAROUS, S.; HASSAN, S. U.; KHAN, M. U. G.; IQBAL, R.; MUMTAZ, S. Deep unified model for face recognition based on convolution neural network and edge computing. **IEEE Access**, IEEE, v. 7, p. 72622–72633, 2019.

(NIJ), N. I. of J.; JUSTICE, U. D. of; PROGRAMS, O. of J.; AMERICA, U. S. of. History of nij support for face recognition technology. 2020.

PORTER, T.; DUFF, T. Compositing digital images. In: **Proceedings of the 11th annual conference on Computer graphics and interactive techniques**. [S.l.: s.n.], 1984. p. 253–259.

VIOLA, P.; JONES, M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In: IEEE. **Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. CVPR 2001**. [S.l.], 2001. v. 1, p. I–I.