

Classificação de espécies de aves através de imagens utilizando modelos de aprendizado de máquina e extração de características

Classification of bird species through images using machine learning models and feature extraction

Felipe A. C. Mendes (orientado) *, Juliano H. Foleis (orientador) †

RESUMO

A classificação de espécies de pássaros por meio de aprendizado de máquina é um desafio complexo que pode contribuir significativamente não apenas para a área de visão computacional, mas também para a conservação da biodiversidade. Neste estudo, buscamos aprimorar um modelo de aprendizado de máquina capaz de classificar diferentes espécies de pássaros com base em imagens, utilizando redes neurais convolucionais (CNNs). Para atingir esse objetivo, desenvolvemos um algoritmo de pré-processamento de imagens para extrair características relevantes. Testamos diferentes técnicas de extração, incluindo a utilização de pixels em escala de cinza, textura ou cor, bem como redes neurais convolucionais, sempre em busca do melhor método de extração. Além disso, realizamos testes com diferentes modelos de aprendizado de máquina, como KNN, Random Forest, Support Vector Machines e Redes neurais, avaliando a precisão e eficácia do modelo proposto por meio de conjuntos de dados de teste. Esperamos desenvolver um algoritmo capaz de pré-processar e classificar uma grande quantidade de imagens de pássaros, alcançando uma taxa de acerto superior a 90% para obter resultados satisfatórios. Esta pesquisa tem como objetivo contribuir para o conhecimento científico no campo da conservação de aves, agilizando a identificação automática de espécies e o monitoramento da biodiversidade. Além disso, esperamos que o modelo de aprendizado de máquina desenvolvido seja aplicável em sistemas de monitoramento ambiental e projetos de conservação, fornecendo uma base para o desenvolvimento de ferramentas de identificação automática de aves. As conclusões do estudo vão além dos resultados, discutindo as implicações práticas e científicas de um melhor monitoramento das aves, incluindo a compreensão aprimorada da biodiversidade, a identificação de populações em risco e o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Aprendizagem de Máquina. Classificação Extração de Características

ABSTRACT

The classification of bird species through machine learning is a complex challenge that can significantly contribute not only to the area of computer vision, but also to the conservation of biodiversity. In this study, we seek to improve a machine learning model capable of classifying different bird species based on images, using convolutional neural networks (CNNs). To achieve this goal, we developed an image pre-processing algorithm to extract relevant features. We tested different extraction techniques, including the use of pixels in grayscale, texture or color, as well as convolutional neural networks, always looking for the best extraction method. In addition, we performed tests with different machine learning models, such as KNN, Random Forest, Support Vector Machines and Neural Networks, evaluating the accuracy and effectiveness of the proposed model through test datasets. We hope to develop an algorithm capable of pre-processing and classifying a large amount of bird images, achieving a hit rate of over 90% to obtain satisfactory results. This research aims to contribute to scientific knowledge in the field of bird conservation, speeding up the automatic identification of species and the monitoring of biodiversity. Furthermore, we hope that the developed machine learning model will be applicable in environmental monitoring systems

*  Departamento, Coordenação, Programa ou Curso; ✉ autor1@dominio;  <https://orcid.org/0000-0000-0000-0001>.

†  Departamento, Coordenação, Programa ou Curso; ✉ autor2@dominio;  <https://orcid.org/0000-0000-0000-0002>.

and conservation projects, providing a basis for the development of automatic bird identification tools. The study's conclusions go beyond the results, discussing the practical and scientific implications of better monitoring of birds, including improved understanding of biodiversity, identification of at-risk populations and development of more effective conservation strategies.

Palavras-chave: Artificial Intelligence. Machine Learning. Classification Feature Extraction

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade é um dos pilares fundamentais para a sustentabilidade e equilíbrio dos ecossistemas do nosso planeta. A diversidade de espécies é essencial para a estabilidade dos ecossistemas, fornecendo serviços ecossistêmicos vitais, como a polinização, controle de pragas e manutenção do ciclo de nutrientes (PAULA, 2023). Entre as diversas formas de vida que compõem a biodiversidade, as aves desempenham um papel crucial como indicadores da saúde dos ecossistemas e são alvo de muitos estudos científicos.

Em relação a isso, a professora Maria Alice dos Santos Alves, do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), realiza pesquisas há cerca de três décadas com o objetivo de identificar espécies de aves, suas interações, tamanho populacional e ameaças na Mata Atlântica (PASSOS, 2021). Ela trabalha em parceria com órgãos de gestão ambiental e moradores das regiões estudadas, principalmente Ilha Grande, Reserva Biológica União e Parque Estadual da Costa do Sol. A pesquisa de Maria Alice destaca a importância do monitoramento de longo prazo das populações de aves para orientar ações de conservação. Na Ilha Grande, por exemplo, foram identificadas 253 espécies, incluindo 12 ameaçadas.

O trabalho realizado pela Professora Maria Alice (PASSOS, 2021) destaca-se pela sua relevância na preservação e monitoramento das espécies de aves. No entanto, surge a questão sobre a existência de métodos mais ágeis de monitoramento que possam mapear essas espécies, a fim de desenvolver estratégias ainda mais eficazes para sua preservação. É fundamental explorar alternativas que permitam um monitoramento mais eficiente, considerando o avanço tecnológico e as necessidades atuais de conservação da biodiversidade avícola. Assim, torna-se possível aprimorar os esforços de proteção dessas espécies e garantir um ambiente propício para sua sobrevivência.

A identificação correta das espécies de aves é um desafio complexo, que requer conhecimento especializado e experiência por parte dos ornitólogos. Tradicionalmente, a identificação das aves é feita com base em características morfológicas, como tamanho, forma do bico, plumagem e vocalização. No entanto, essa abordagem manual é demorada, propensa a erros e dependente do conhecimento e habilidades dos especialistas (ROSSINI, 2018). Além disso, com o aumento da preocupação com a conservação da biodiversidade, há uma demanda crescente por métodos mais eficientes e precisos de identificação de espécies de aves.

Existem diversos trabalhos na área científica que apresentam abordagens diferentes para a classificação de espécies de aves com base em características de imagem. Uma das pesquisas (ROSLAN et al., 2017) utiliza a rede VGG-16 para extrair características das imagens e utiliza o método de classificação Support Vector Machine (SVM), alcançando uma precisão máxima de 89%. A segunda pesquisa (MARINI; FACON; KOERICH, 2013) enfoca a classificação baseada em características de cor e utiliza o algoritmo SVM, obtendo uma taxa de precisão de 97,14% para dados de treinamento e 98,33% para dados de teste. Já a terceira pesquisa (ISLAM et al., 2019) propõe uma abordagem baseada em características de cor extraídas de imagens não restritas, aplicando um algoritmo de segmentação de cor para eliminar elementos de fundo e, em seguida, computa histogramas de cor normalizados das regiões candidatas. Esses histogramas são utilizados como vetores de características para um algoritmo de aprendizado, alcançando taxas de classificação de espécies entre 8% e 90%, dependendo do número de classes consideradas.

Pode-se perceber, portanto, que a busca por métodos de classificação e monitoramento de aves não é algo recente no meio científico. Com isso, muitos pesquisadores já tentaram encontrar formas e algoritmos com o intuito de aprimorar ainda mais essas classificações automáticas. É com base nisso que o objetivo deste trabalho de pesquisa consiste em desenvolver um algoritmo que aperfeiçoe um modelo de aprendizado de máquina capaz de classificar diversas espécies de aves por meio de imagens, contribuindo para as áreas de visão computacional e conservação da biodiversidade.

Com o intuito de alcançar esse objetivo, será utilizado um banco de dados público (GERRY, 2023) contendo mais de 2GB de imagens de aves separadas por espécies. Essas imagens serão processadas pelo algoritmo a fim de extrair suas características. Nesse sentido, serão analisadas diversas abordagens de extração de características, como métodos de extração de pixels em escala de cinza, textura ou cor, bem como redes neurais convolucionais, para determinar qual deles é mais eficaz. Com base nessas características, serão explorados diversos modelos de aprendizado de máquina, como KNN, Random Forests, SVM e redes neurais, buscando encontrar os melhores parâmetros com o objetivo de alcançar uma acurácia significativa.

Em suma, espera-se encontrar um modelo de alta capacidade para o pré-processamento e classificação de uma extensa quantidade de imagens de aves, visando alcançar uma taxa de acurácia superior a 90% e obter resultados satisfatórios.

A relevância dessa pesquisa está no seu potencial de contribuição para o avanço do conhecimento científico no campo da conservação de aves, ao agilizar a identificação automática de espécies e o monitoramento da biodiversidade. Almejamos que o modelo de aprendizado de máquina desenvolvido seja aplicável em sistemas de monitoramento ambiental e em projetos de conservação, estabelecendo uma base para a criação de ferramentas de identificação automática de aves.

As conclusões deste estudo vão além dos resultados obtidos, abrangendo a análise das implicações práticas e científicas de um monitoramento mais preciso das aves. Isso inclui uma melhor compreensão da biodiversidade, a identificação de populações em risco e o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficientes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fundamentação Teórica

Para classificar imagens de aves e definir suas espécies, é necessário seguir uma metodologia que envolve vários requisitos e passos. Primeiramente, é essencial utilizar uma ferramenta ou algoritmo capaz de extrair as características de uma determinada imagem e adicioná-las a uma tabela. Existem diversas técnicas que podem ser empregadas para isso, como a extração de características baseada em pixels, bordas, regiões, descritores de imagem ou redes neurais convolucionais (CNNs).

Após a realização das extrações de características, é fundamental utilizar os dados obtidos para treinar um modelo de aprendizagem de máquina adequado. Alguns exemplos de modelos que podem ser empregados são o KNN (k-vizinhos mais próximos), SVM (máquinas de vetores de suporte), redes neurais, entre outros. Durante esse processo, é importante ajustar os parâmetros do modelo de forma a buscar a melhor acurácia possível.

É válido ressaltar que estudos desse tipo não são novidade e já foram realizados em outros trabalhos, empregando diferentes técnicas de extração de características e treinamento de modelos. Cada pesquisa possui abordagens particulares para atingir seus objetivos, explorando metodologias distintas para classificar as imagens de aves com precisão e identificar corretamente suas espécies.

2.2 Trabalhos Relacionados

No artigo de Roslan et al. (2017), o foco está no uso da rede VGG-16 para extração de características de imagens de aves. A VGG-16 é uma rede neural convolucional profunda conhecida por sua eficácia em tarefas de classificação de imagens. O estudo utiliza o modelo pré-treinado VGG-16 para extrair características das imagens de aves e, em seguida, aplica diversos métodos de classificação. O Support Vector Machine (SVM) é identificado como o método de classificação mais preciso, alcançando uma acurácia máxima de 89%. O foco está na arquitetura da rede e sua aplicação na extração de características, enquanto os métodos de classificação são comparativamente avaliados.

Em outro artigo, escrito por Marini, Facon e Koerich (2013), o foco está na extração de características baseadas em cores usando o Support Vector Machine (SVM) para a classificação de imagens de aves. Os autores destacam os desafios de classificar espécies de aves com base em imagens visuais, considerando variações de fundo, ângulos, tamanhos e fatores ambientais. Eles propõem uma solução que utiliza características baseadas em cores, como média, desvio padrão e assimetria dos canais RGB. O SVM é utilizado como algoritmo de classificação, apresentando resultados promissores com uma acurácia de 97,14% para os dados de treinamento e 98,33% para os dados de teste. O foco aqui está na extração de características baseadas em cores e na adequação do SVM para a classificação de espécies de aves.

Já no artigo escrito por Islam et al. (2019), é apresentado uma abordagem inovadora para a classificação de espécies de aves com base em características de cor extraídas de imagens não restritas. Ele começa com um algoritmo de segmentação de cores para eliminar elementos de fundo e identificar regiões candidatas que contêm a ave. A imagem é então dividida em planos componentes, e histogramas de cor normalizados são computados a partir dessas regiões. É empregado um processamento de agregação para reduzir o número de intervalos dos histogramas para um número fixo de bins, que são usados como vetores de características. Um algoritmo de aprendizado é aplicado para classificar diferentes espécies de aves. Resultados experimentais no conjunto de dados CUB-200 mostram uma taxa de segmentação correta de 75% e uma taxa de classificação de espécies de aves que varia de 90% a 8%, dependendo do número de classes consideradas. Este estudo destaca a importância da segmentação de cores e características baseadas em histogramas para a classificação de espécies de aves.

Em resumo, os três artigos diferem em suas técnicas de extração de características e classificação. O primeiro artigo utiliza a rede VGG-16 para extração de características e compara vários métodos de classificação. O segundo artigo concentra-se na extração de características baseadas em cores usando o SVM para classificação. O terceiro artigo propõe uma abordagem inovadora que combina segmentação de cores, cálculo de histogramas e um algoritmo de aprendizado para a classificação de espécies de aves. Cada estudo enfatiza aspectos e técnicas diferentes, contribuindo para o avanço da classificação de espécies de aves usando métodos de aprendizado de máquina.

3 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

3.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho de pesquisa é encontrar e aprimorar um algoritmo de aprendizado de máquina, visando a classificação precisa de diversas espécies de aves por meio de suas imagens. Essa contribuição se destina às áreas de visão computacional e conservação da biodiversidade, buscando avançar no conhecimento e

na aplicação prática do reconhecimento de aves por meio de técnicas de machine learning.

Para alcançar esse objetivo principal, os objetivos específicos incluem a seleção criteriosa de um algoritmo eficiente para extração de características das imagens e a criação de um modelo capaz de alcançar uma alta precisão de classificação, considerando a taxa de acerto para cada classe. É importante destacar que será evitado tanto o sobreajuste (overfitting), que ocorre quando o modelo se adapta excessivamente aos dados de treinamento, resultando em baixa generalização, quanto o subajuste (underfitting), que ocorre quando o modelo não consegue capturar adequadamente as relações entre as características das aves e suas classes correspondentes

Dessa forma, busca-se desenvolver um algoritmo de aprendizado de máquina que seja robusto, confiável e capaz de oferecer resultados precisos e confiáveis na classificação das espécies de aves. Essa abordagem contribuirá para o avanço da pesquisa em visão computacional, ampliando a capacidade de identificação e monitoramento das aves em seu habitat natural, e, conseqüentemente, para a conservação da biodiversidade.

3.2 Materiais e Métodos

Para alcançar os objetivos estabelecidos, é necessário seguir uma metodologia detalhada, composta por várias etapas.

1. Coleta de dados:

Será utilizado o banco de dados [GERRY \(2023\)](#), que contém mais de 2GB de imagens abrangendo 525 diferentes espécies de aves. Esse banco de dados foi selecionado por sua abrangência e diversidade, essenciais para a construção de um modelo eficiente de classificação.

2. Pré-processamento de dados:

As imagens serão submetidas a técnicas de extração de características, visando extrair informações relevantes para a classificação das aves. Diversas abordagens serão utilizadas, incluindo a extração de características baseadas em histograma, textura, forma, bordas, descritores locais e redes neurais convolucionais. Para cada método de extração de características, serão criadas tabelas específicas para treinamento e teste.

3. Treinamento de modelos:

Será adotado o GridSearchCV como método inicial de treinamento, visando encontrar os melhores parâmetros que resultem nas melhores acurácias para diversos algoritmos de classificação, tais como KNN, Naive Bayes, Random Forests, AdaBoost, SVM e redes neurais. Esses treinamentos serão realizados utilizando os dados de treinamento obtidos de cada método de extração de características, identificando o modelo com melhor desempenho para cada conjunto de dados.

4. Avaliação dos resultados:

Para validar os resultados obtidos durante o treinamento com os dados de treinamento, serão utilizados os dados de teste para testar a acurácia dos novos modelos gerados com os melhores parâmetros encontrados anteriormente. Essa etapa fornecerá uma avaliação mais confiável da capacidade de generalização dos modelos e permitirá selecionar a abordagem mais eficaz.

5. Análise dos resultados:

Com base nos resultados obtidos, será possível identificar a combinação mais adequada entre os métodos de extração de características e os modelos de machine learning treinados com os melhores parâmetros, que oferecem maior acurácia em comparação com as demais abordagens. Essa análise permitirá selecionar o modelo final para a classificação das espécies de aves.

Além disso, é importante destacar que a revisão da literatura será realizada em todos os estágios de desenvolvimento, a fim de acompanhar as novas técnicas utilizadas para a extração de características em imagens e classificação, bem como a introdução de novos modelos. Essa prática garante que o trabalho esteja atualizado e coerente com o estado atual da arte.

3.3 Resultados e Contribuições Esperadas

Nossa pesquisa tem como objetivo alcançar resultados significativos e contribuições relevantes no campo da conservação de aves, por meio do desenvolvimento de um modelo avançado de pré-processamento e classificação de imagens.

Primeiramente, almejam superar a marca de 98,33% de acurácia encontrada por [Marini, Facon e Koerich \(2013\)](#) nos dados de teste, buscando um modelo de alta capacidade que demonstre um desempenho ainda superior. Esse avanço na classificação das espécies de aves resultará em um aumento na precisão e confiança do modelo, proporcionando um importante recurso para a identificação automática de aves.

Nossa pesquisa pretende contribuir significativamente para o conhecimento científico na área da conservação de aves. Através da agilização do processo de identificação automática de espécies e do monitoramento da biodiversidade, esperamos fornecer uma ferramenta eficiente para a comunidade científica e os profissionais envolvidos na conservação ambiental. Dessa forma, nosso modelo de aprendizado de máquina terá aplicações práticas em sistemas de monitoramento ambiental e em projetos de conservação, estabelecendo uma base sólida para o desenvolvimento de ferramentas avançadas de identificação automática de aves.

Ao alcançar resultados promissores, esperamos incentivar pesquisas futuras nessa área, estimulando o desenvolvimento de novas técnicas e abordagens para aprimorar ainda mais a classificação e o monitoramento das espécies de aves. Por meio da divulgação dos resultados obtidos e do compartilhamento do nosso modelo aprimorado, esperamos estabelecer uma colaboração ampla e contínua entre cientistas, conservacionistas e especialistas em visão computacional, visando uma melhor compreensão e proteção da diversidade das aves em nosso planeta.

3.4 Cronograma de Execução

2023								
Atividades	MAR	ABR	MAI	JUN	AGO	SET	OUT	NOV
Revisão da Literatura	x	x	x	x	x	x	x	
Escrita da proposta		x	x	x				
Escrita da monografia					x	x	x	x
Coleta de dados		x						
Pré-processamento dos dados			x					
Treinamento de modelo				x	x	x		
Avaliação dos resultados				x	x	x		
Análise dos resultados							x	x

REFERÊNCIAS

GERRY. **BIRDS 525 SPECIES- IMAGE CLASSIFICATION**. 2023. Disponível em: [🔗](#).

ISLAM, Shazzadul et al. Bird Species Classification from an Image Using VGG-16 Network. In: (ICCCM '19), p. 38–42. ISBN 9781450371957. DOI: [10.1145/3348445.3348480](#). Disponível em: [🔗](#).

MARINI, Andréia; FACON, Jacques; KOERICH, Alessandro L. Bird Species Classification Based on Color Features. In: 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. [S.l.: s.n.], 2013. P. 4336–4341. DOI: [10.1109/SMC.2013.740](#).

PASSOS, Juliana. **Pesquisas mapeiam população de aves e espécies ameaçadas na Mata Atlântica**. 2021. Disponível em: [🔗](#).

PAULA, Marília de. **O Papel Vital das Aves na Ecologia**. 2023. Disponível em: [🔗](#).

ROSLAN, Rosniza et al. Color-based bird image classification using Support Vector Machine. In: 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). [S.l.: s.n.], 2017. P. 1–5. DOI: [10.1109/GCCE.2017.8229492](#).

ROSSINI, Maria Clara. **Sistema de classificação auxilia na identificação de espécies por meio de cantos de pássaros**. 2018. Disponível em: [🔗](#).