

Oficinas

A Matemática por trás das Redes Neurais Artificiais

The Mathematics Behind Artificial Neural Networks

Carlos Ropelatto Fernandes¹

¹ Mestre em Ciências. Professor Assistente da Universidade Estadual do Paraná - Campus Paranavaí

✉ ropelattofcarlos@mail@gmail.com

Palavras-chave:

Redes Neurais Artificiais;
Matemática Aplicada;
Inteligência Artificial;
Álgebra Linear;
Retropropagação.

Resumo

A oficina "A Matemática por trás das Redes Neurais Artificiais" tem como objetivo desmistificar os fundamentos matemáticos que sustentam o funcionamento das redes neurais artificiais, permitindo que os participantes desenvolvam uma compreensão sólida dos processos teóricos e aplicados que permeiam essa tecnologia. Com duração de até 2 horas e 30 minutos, a atividade busca apresentar, de forma clara e didática, os principais conceitos matemáticos envolvidos no treinamento, uso e desempenho de redes neurais, além de oferecer exemplos práticos que conectam teoria à aplicação. Serão disponibilizadas 60 vagas, garantindo um ambiente interativo e propício ao aprendizado. Os objetivos centrais da oficina incluem: compreender os fundamentos de álgebra linear e cálculo aplicados às redes neurais, como o uso de matrizes e vetores para representar dados de entrada, pesos e bias; explorar o papel do cálculo diferencial no ajuste dos pesos durante o treinamento, com foco no algoritmo de retropropagação e descendentes de gradiente; discutir o uso de probabilidade e estatística nas funções de ativação e métricas de desempenho; e introduzir conceitos de otimização para ajuste de hiperparâmetros e prevenção de problemas como overfitting. Outro conceito matemático fundamental envolve a teoria da otimização, que ajuda no ajuste dos hiperparâmetros para garantir que a rede alcance um equilíbrio ideal entre precisão e eficiência. Além disso, estudos sobre topologias de redes, como redes convolucionais (CNNs) e redes recorrentes (RNNs), aprofundam-se em transformações matemáticas específicas que tornam as RNAs adequadas para tarefas como processamento de imagens ou séries temporais. A metodologia utilizada será baseada em uma abordagem prática e interativa, estruturada em três etapas principais. Na primeira etapa, será realizada uma introdução teórica para apresentar os conceitos matemáticos fundamentais, utilizando exemplos aplicados para facilitar a compreensão dos participantes. Na segunda etapa, serão desenvolvidas atividades práticas guiadas, nas quais os participantes poderão simular alguns aspectos do funcionamento das redes neurais em ferramentas computacionais acessíveis, como notebooks Python preparados para o minicurso. Por fim, a última parte será destinada à aplicação dos conteúdos por meio de exercícios e discussão sobre os desafios e limitações dos modelos de inteligência artificial, promovendo a participação ativa dos presentes. A oficina não exige conhecimento prévio avançado, sendo adequada para estudantes e profissionais de diferentes áreas que possuem interesse em inteligência artificial e redes neurais artificiais. O foco principal está em proporcionar um aprendizado abrangente e acessível, enfatizando os elementos matemáticos que permitem o desenvolvimento de modelos sofisticados capazes de resolver problemas complexos. Com essa atividade, espera-se fornecer aos participantes as ferramentas intelectuais e técnicas necessárias para compreender e aplicar redes neurais artificiais em diferentes contextos.

Keywords:

Artificial Neural Networks;
Applied Mathematics;
Artificial Intelligence;
Linear Algebra;
Backpropagation.

Abstract

The workshop "The Mathematics Behind Artificial Neural Networks" aims to demystify the mathematical foundations that support the functioning of artificial neural networks, allowing participants to develop a solid understanding of the theoretical and applied processes that permeate this technology. With a duration of up to 2 hours and 30 minutes, the activity seeks to present, in a clear and didactic way, the main mathematical concepts involved in the training, use, and performance of neural networks, in addition to offering practical examples that connect theory to application. Sixty spots will be available, ensuring an interactive environment conducive to learning. The central objectives of the workshop include: understanding the fundamentals of linear algebra and calculus applied to neural networks, such as the use of matrices and vectors to represent input data, weights, and bias; exploring the role of differential calculus in adjusting weights during training, focusing on the backpropagation algorithm and gradient descents; discussing the use of probability and statistics in activation functions and performance metrics; and introducing optimization concepts for adjusting hyperparameters and preventing problems such as overfitting. Another fundamental mathematical concept involves optimization theory, which helps in adjusting hyperparameters to ensure that the network reaches an ideal balance between accuracy and efficiency. In addition, studies on network topologies, such as convolutional networks (CNNs) and recurrent networks (RNNs), delve into specific mathematical transformations that make ANNs suitable for tasks such as image processing or time series. The methodology used will be based on a practical and interactive approach, structured in three main stages. In the first stage, a theoretical introduction will be carried out to present the fundamental mathematical concepts, using applied examples to facilitate participants' understanding. In the second stage, guided practical activities will be developed, in which participants will be able to simulate some aspects of the functioning of neural networks in accessible computational tools, such as Python notebooks prepared for the minicourse. Finally, the last part will be dedicated to the application of the content through exercises and discussion on the challenges and limitations of artificial intelligence models, promoting the active participation of those present. The workshop does not require advanced prior knowledge, being suitable for students and professionals from different areas who are interested in artificial intelligence and artificial neural networks. The main focus is to provide comprehensive and accessible learning, emphasizing the mathematical elements that allow the development of sophisticated models capable of solving complex problems. With this activity, it is expected to provide participants with the intellectual and technical tools necessary to understand and apply artificial neural networks in different contexts.

REFERÊNCIAS

DONAHUE, J., HENDRICKS, L. A., ROHRBACH, M., ROHRBACH, A., DARRELL, T.,; SAENKO, K. Long-term recurrent convolutional networks for visual recognition and description. **Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition**. p. 2625-2634, 2015. Disponível em: https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2015/papers/Donahue_Long-Term_Recurrent_Convolutional_2015_CVPR_paper.pdf. Acesso em: 04/04/2025.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. A. **Deep learning**. MIT press, 2016.

HAYKIN, S. **Neural networks and learning machines**. Pearson Education, 2009.

KARPATHY, A.; TODERICI, G.; SHETTY, S., LEUNG, T., SUKTHANKAR, R.,; FEI-FEI, L.; Large-scale video classification with convolutional neural networks. **Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition**, p. 1725-1732, 2014. Disponível em: https://cs.stanford.edu/people/karpathy/deepvideo/deepvideo_cvpr2014.pdf. Acesso em: 03/04/2025.