



Numerik-Aufgabe 3: Einführung in Machine Learning

**Digitale Vorstellung und Besprechung der Ergebnisse:
Di 28. Januar 2024 in der Vorlesung**

Laden Sie folgende auf

<https://github.com/FlorianMarquardt/machine-learning-for-physicists/tree/master/2024>
verfügbaren Jupyter-Notebooks herunter

01_Basics_NeuralNetworksPython.ipynb

01_tutorial_CurveFitting.ipynb

01_tutorial_NetworkVisualization.ipynb

02_MachineLearning_Backpropagation.ipynb

02_tutorial_NetworkTrainingVisualization.ipynb

02_tutorial_NetworkTrainingVisualization.ipynb

und führen Sie damit die angegebenen numerischen Experimente durch.

1. Implementieren Sie ein Netz, das XOR berechnet. XOR ist eine Funktion $F(x_1, x_2)$ zweier Variabler $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ mit

$$F(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & x_1 x_2 < 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}.$$

Die Anzahl der Hidden Layers n sei dabei beliebig.

2. Implementieren Sie ein Netz, das mit nur einer Hidden Layer näherungsweise oder genau XOR berechnet.
3. Visualisieren Sie die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Anzahl der Hidden Layers in einem mehrschichtigen, zufällig initialisierten Neuronalen Netz. Wählen Sie dazu zunächst ein festes, zufällig initialisiertes Netz mit m Hidden Layers und trainieren es. Entfernen Sie dann für $n < m$ sukzessive die Schichten $n < k < m$ oberhalb von Schicht n und verbinden Sie Schicht n direkt mit der Ausgabeschicht. Untersuchen Sie, wie sich die Ergebnisse ändern, wenn Sie n variieren.
4. Was passiert, wenn Sie die Verteilung der Zufallsgewichte bei der Initialisierung ändern? Die Initialisierung der Gewichte ist ein zentraler Punkt beim Training Neuronaler Netzwerke.

Literatur zum Nachschlagen neben der Vorlesung

- | | |
|-----------------------------|--|
| M. Nielsen | Neural Networks and Deep Learning, Determination Press (2019)
http://neuralnetworksanddeeplearning.com/ |
| I. Goodfellow et al | Deep Learning, MIT Press (2016)
https://www.deeplearningbook.org/ |
| Pankaj Mehta et al | A high-bias, low-variance introduction to Machine Learning for physicists
Physics Reports 810 (2019) 1-124
arXiv:1803.08823 |
| G. Carleo et al | Machine learning and the physical sciences
Rev. Mod. Phys. 91, 045002 (2019)
arXiv:1903.10563 |
| Martin Erdmann et al | Deep Learning for Physics Research
World Scientific (2021) |
| George Em Karniadakis et al | Physics-informed machine learning
Nature Reviews Physics (2021) |
| Herbert Levine, Yuhai Tu | Machine learning meets physics: A two-way street
PNAS 121, e2403580121 (2024) |
| Francisco A. Rodrigues | Machine learning in physics: A short guide
EPL 144 , 22001 (2023) |
| Rahul Suresh et al | Revolutionizing physics: a comprehensive survey of
machine learning applications
Front. Phys. 12 (2024) |
| Akinori Tanaka et al | Deep Learning and Physics
Springer (2021) |