



# Understanding **C N N**

Alexander Aronov, 80109

## Überblick



**Paper**  
**Motivation**  
**Grundlagen**  
**Umfrage**  
**Ergebnisse**  
**Limitation**  
**Ausblick**



## **CNN EXPLAINER: Learning Convolutional Neural Networks with Interactive Visualization**

Zijie J. Wang, Robert Turko, Omar Shaikh, Haekyu Park, Nilaksh Das,  
Fred Hohman, Minsuk Kahng, and Duen Horng (Polo) Chau

2020: IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics

# Motivation

- Deep Learning kommt immer mehr in den Alltag
  - Convolutional Neural Network (CNN) besonders gut für Bildklassifizierung
  - Studierende lernen oft diese Art als allererste Variante
  - Diese enthält aber viele unterschiedliche Schichten
  - Es gibt keine Tools, welche komplizierten Zusammenhang zwischen
    - Mathematischen Operationen im Low-Level und
    - High-Level Integration im Netzwerk abbilden können
  - Dadurch wird das Verstehen und das Erlernen von CNN erschwert
- veranschauliche Kombination beider Aspekte ist das Ziel von CNN Explainer

# Grundlagen

- **High-Level Übersicht von CNN**
  - Der Input in Form eines Bildes soll im Output klassifiziert werden
  - Convolutional Layer extrahiert Werte mithilfe einer Faltungsmatrix
  - Pooling Layer dient dem Downsampling indem überflüssige Informationen verworfen werden
  - Aktivierungsfunktionen wie **Rectified Linear Units**  $f(x) = \max(0, x)$
  - Am Ende kann z. B. mit Softmax-Funktion in Fully-connected Layer die Wahrscheinlichkeitsverteilung ermittelt werden

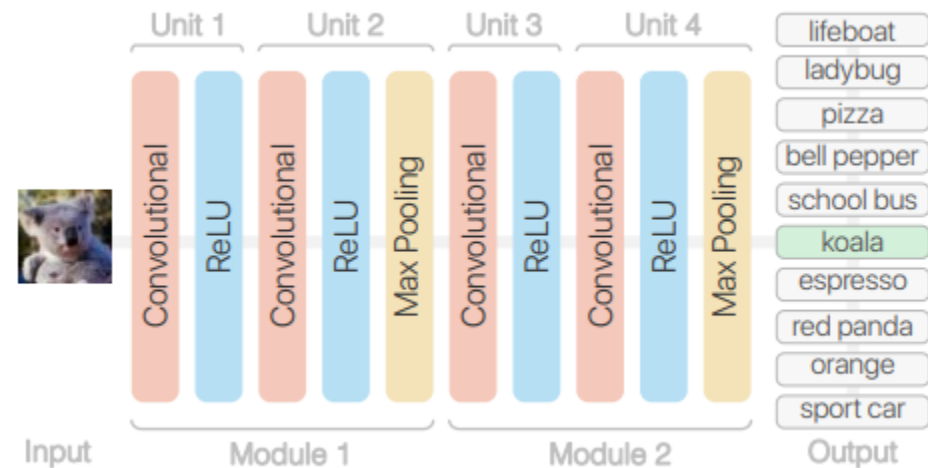


Abb. 1: Schichten von CNN

# Umfrage und Interviews

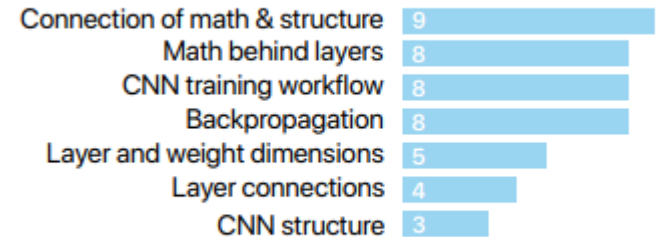
## 4 einzelne Interviews mit CNN-Lehrkräften

- Aktuelle Unterrichtsweise wurde in Erfahrung gebracht
- Stichpunkte für die Herausforderungen wurden gebildet

Umfrage mit 19 Studierenden durchgeführt, die bereits CNN in Universitäten gelernt haben

- Stichpunktvorschlage von Interviews ibernommen
- Zusätzlich war möglich Sonstiges in Textfeldern einzutragen

## Biggest Challenges in Learning CNNs



## Most Desired Features for a Visual Learning Tool

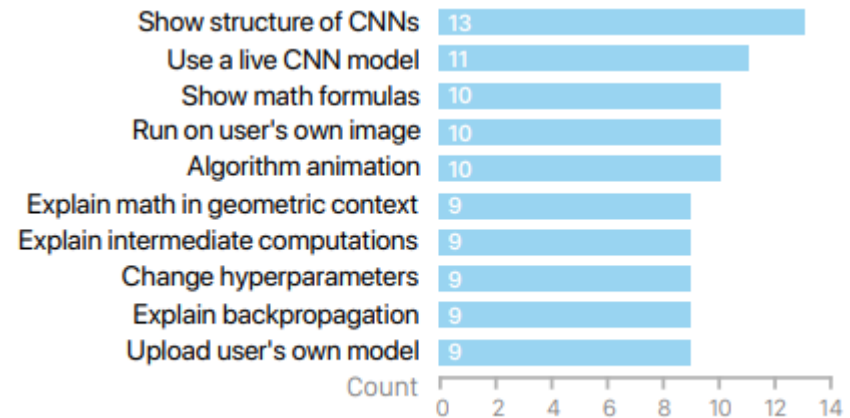


Abb. 2: Umfrageergebnisse

# Umfragerückschlüsse

## Herausforderungen

- Komplizierte Struktur des Modells
- Komplexe Schichtoperationen
- Verbindung zwischen Modellstruktur und Schichtoperationen
- Effektive Visualisierung von Algorithmen (für Beginner)
- Einsatz von Visualisierungstools

## Ziele für Design

- Visuelle Übersicht von CNN-Modellen und des Datenflusses
- Interaktive Schnittstelle für mathematische Formeln
- Fließender Übergang zwischen unterschiedlichen Abstraktionsebenen
- Klare Kommunikation und Engagement
- Web-basierte Implementierung

# Ergebnisse der Visualisierung mit CNN Explainer

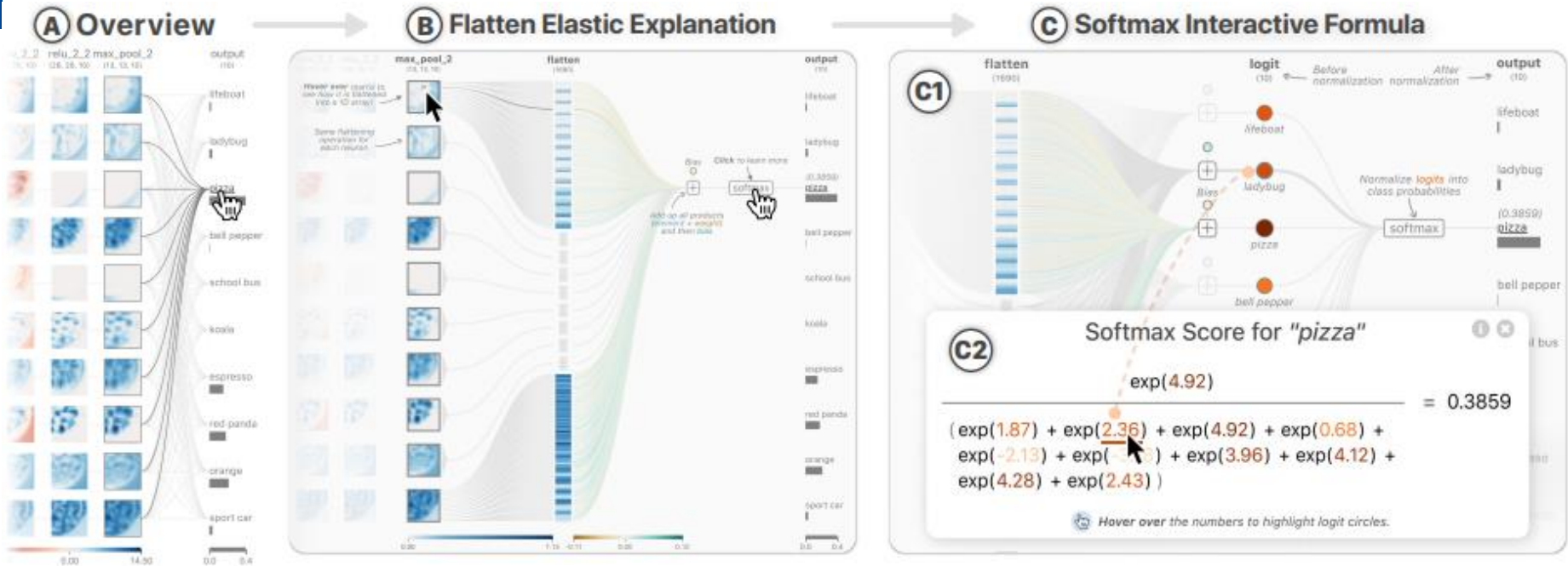


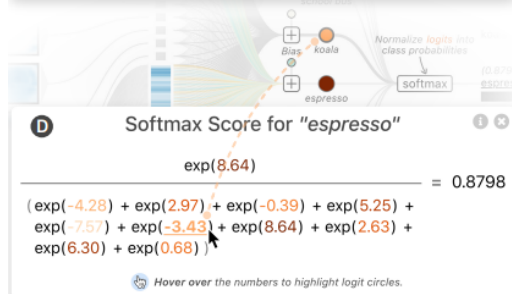
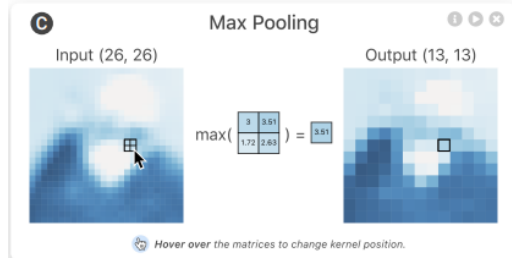
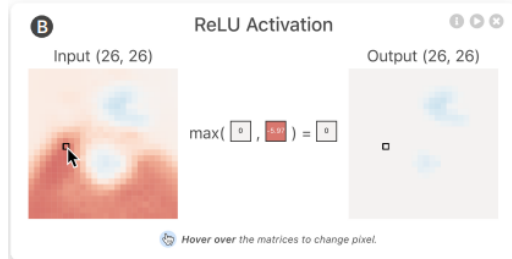
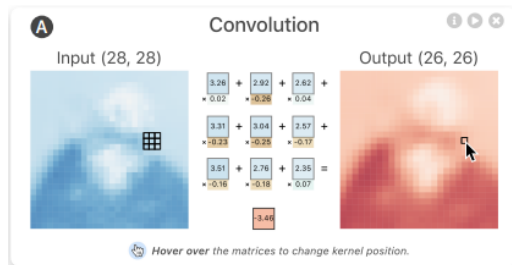
Abb. 3: Basisfeatures von CNN Explainer

<https://poloclub.github.io/cnn-explainer/>

- Farbige Skala: **rot** – **blau** Neuronen-Heatmap; **gelb** – **grün** Gewichtung & Bias
- A: Übersicht der Neuronen, welche in einzelne Schichten gruppiert sind
- B: Erklärung des Flatten-Layers, wo n-Dimensionen zu 1-Dimension wird
- C: Interaktive Erklärung der Formeln

# Ergebnisse der Visualisierung mit CNN Explainer

A  
b  
b  
·  
4  
L  
o  
w  
-  
L  
e  
v  
e  
l  
C  
N  
N  
E  
X  
P  
L  
A  
I  
N  
E  
R



- A: Formeln der Convolution Schicht

- B: Visualisierung der ReLU-Funktion

- C: Illustration des Max Poolings

- D: Interaktive Erklärung für Softmax-Funktion

- Anpassbar, Web-basiert, Open-Source

# Ergebnisse - Abschließende Studie

- 16 Studierende
- 7-stufige Likert-Skala
- 1 gar nicht – 7 voll einverstanden
- 1 überhaupt nicht – 7 sehr nützlich
- Sehr gute Ergebnisse > 6 erzielt

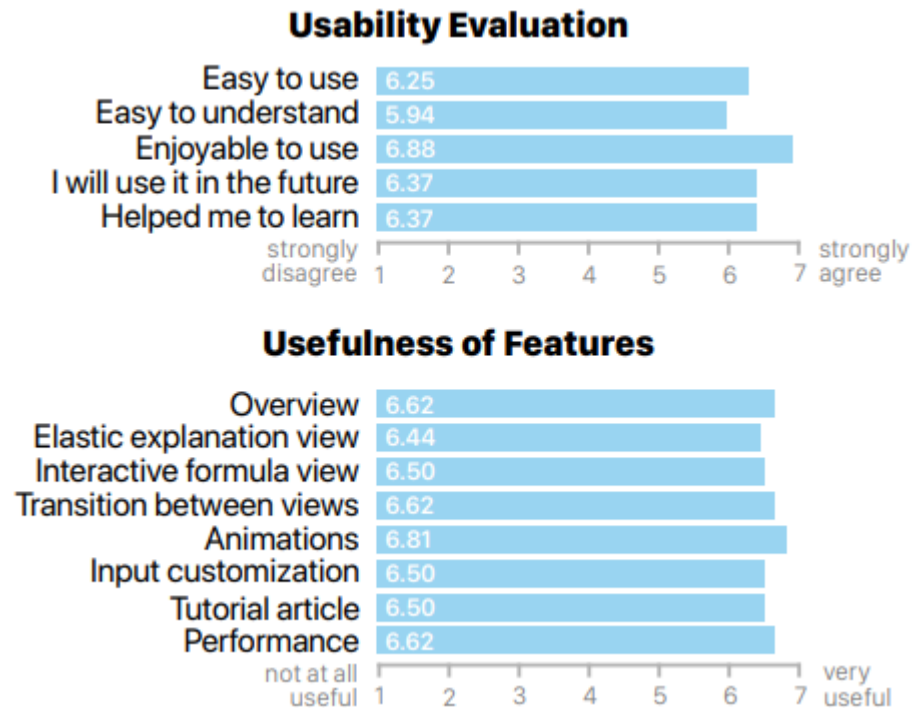


Abb. 5: Ergebnisse der Studie mit 16 Teilnehmer

# Limitationen

- Absolute Anfänger brauchen mehr Begleitmaterial zur Einführung
  - Lesen von Artikeln (unten) kann Abhilfe schaffen
  - Integration von Annotationen für einzelne Schritte notwendig
- Es wird die Frage *WIE* das CNN funktioniert beantwortet  
Viele Nutzer möchten aber wissen *WARUM* bestimmte Funktionen verwendet werden und nicht andere
  - Visualisierung mit anderen Funktionen für den gleichen Input wäre für die Demonstration denkbar, um Veränderung im Output zu sehen

# Ausblick

- CNN Explainer hilft ein prätrainiertes Modell zu verstehen
- Trainingsprozess und Backpropagation (Fehlerrückführung) sind geplant
- Andere Typen bzw. Funktionen (Leaky ReLU, Residual Block, ...) von CNN
- Weitere neuronale Netzwerke (short-term memory network, Transformer)
- Andere Algorithmus-Visualisierungsansätze z.B. „Pop Quiz“ möglich

# Diskussion

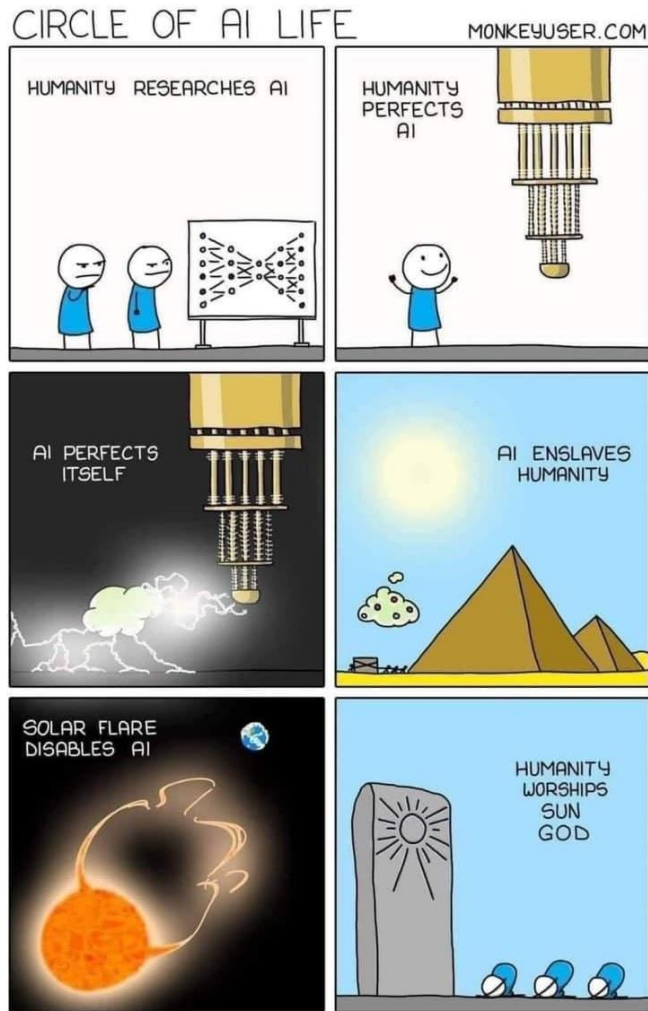


Abb. 6:Lebenszyklus einer KI

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

- Habt ihr noch Fragen?
- Würdet ihr solche Visualisierungstools für neuronale Netzwerke gerne in HTWK ausprobieren wollen?

# Referenzen – Literatur und Bildquellen

[1] Zijie J. Wang, Robert Turko, Omar Shaikh, Haekyu Park, Nilaksh Das, Fred Hohman, Minsuk Kahng, and Duen Horng (Polo) Chau. *CNN EXPLAINER: Learning Convolutional Neural Networks with Interactive Visualization*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2020. DOI 10.1109/TVCG.2020.3030418

[2] <https://github.com/poloclub/cnn-explainer>  
aufgerufen am 31.01.2023

[3] <https://poloclub.github.io/cnn-explainer/>  
aufgerufen am 01.02.2023

[Abb. 1-5] Zijie J. Wang, Robert Turko, Omar Shaikh, Haekyu Park, Nilaksh Das, Fred Hohman, Minsuk Kahng, and Duen Horng (Polo) Chau. *CNN EXPLAINER: Learning Convolutional Neural Networks with Interactive Visualization*. Figure 4, 3, 5, 6 and 8. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2020. DOI 10.1109/TVCG.2020.3030418

[Abb. 6] [https://www.reddit.com/r/ProgrammerHumor/comments/k6i80r/circle\\_of\\_ai\\_life/](https://www.reddit.com/r/ProgrammerHumor/comments/k6i80r/circle_of_ai_life/),  
aufgerufen am 01.02.2023