

**Neuronale Netze: Deep Convolutional Neural Networks** 

Jens Ostertag | 6. Juli 2022



# 1. Computer lernen lassen

### 1. Computer lernen lassen

Allgemeines Aufbau neuronaler Netze Arten des maschinellen Lernens Umgang mit neuronalen Netzen

- 2. Deep Convolutional Neural Networks
- 3. Praxisbeispiel

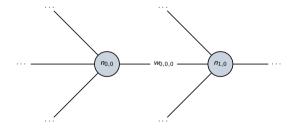
## **Allgemeines**

Wo werden neuronale Netze angewendet?

- Straßenverkehr
- Medizinischer Bereich
- Industrie
- Soziale Netzwerke

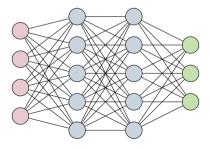
## Aufbau neuronaler Netze

- Sehr stark an natürliche neuronale Netze angelehnt
  - Neuronen mit Synapsen verbunden
  - Synapsengewicht regelt Stromfluss zwischen zwei Neuronen



## Aufbau neuronaler Netze

- ullet Ausgaben von Neuronen und Synapsengewichte werden als Zahl betrachtet o Berechenbarkeit
- Einteilung der Neuronen in unterschiedliche Schichten
  - Input Layer
  - Hidden Layer
  - Output Layer



## Aufbau neuronaler Netze

#### Berechnung der Ausgabe

$$o_{i,j} = \varphi\left(\sum_{k=0}^{|n_{i-1}|-1} o_{i-1,k} * w_{i-1,k,j}\right)$$

- $n_{i,j}$ : Neuron in der Schicht i an der Stelle j
- $o_{i,j}$ : Ausgabe des Neurons  $n_{i,j}$
- $\varphi$ : Differenzierbare Aktivierungsfunktion
- $|n_i|$ : Anzahl der Neuronen in der Schicht i
- $w_{i,k,j}$ : Synapsengewicht zwischen den Neuronen  $n_{i,k}$  und  $n_{i+1,j}$

## Arten des maschinellen Lernens

- Überwachtes Lernen
  - Lernen mit einem vorgegebenen Datensatz
  - Erkennen von Eigenschaften der Daten
  - z.B. zur Klassifikation von Daten
- Unüberwachtes Lernen
  - Erkennen von Ähnlichkeiten in einer Datenmenge
  - z.B. zur Gruppierung von Daten
- Bestärktes Lernen
  - Lernen mit einem Belohnungssystem
  - z.B. zur Durchführung von Aufgaben

# Umgang mit neuronalen Netzen

Hier am Beispiel des überwachten Lernens

- Vorbereiten eines Trainingsdatensatzes
  - Beispieldaten werden händisch klassifiziert
  - Evtl. einheitliche Bearbeitung von Daten
  - Erstellen eines Testdatensatzes zur Auswertung
- Trainieren
  - Trainieren mit unterschiedlichen Algorithmen
- Auswertung und Anwendung
  - Auswertung mithilfe des Testdatensatzes
  - Exportieren der Netzstruktur und der Gewichte
  - Importieren in Anwendung

# 2. Deep Convolutional Neural Networks

#### 1. Computer lernen lassen

### 2. Deep Convolutional Neural Networks

Abwandlung neuronaler Netze

Convolution / Cross Correlation im eindimensionalen Raum

Padding

Convolution / Cross Correlation im zweidimensionalen Raum

Convolutional Layer

Subsampling

Aufbau eines Convolutional Neural Networks

### 3. Praxisbeispiel

## **Abwandlung neuronaler Netze**

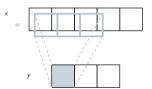
- Anwendung zur Bilderkennung
- Warum werden Convolutional Neural Networks benötigt?
  - Zu lange Trainingsdauer
  - Art und Weise der Erkennung eines Objekts
    - Zwei Pixel-Paare sind gleich relevant, unabhängig von Entfernung
  - ⇒ Risiko des **Overfittings**
- Vorteile:
  - Viel bessere Genauigkeit
    - Lernvorgänge noch ähnlicher zu denen des Menschen
  - Schnelleres Training
    - Weniger anzupassende Gewichte

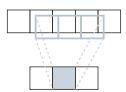
# **Convolution / Cross Correlation im eindimensionalen Raum**

#### Berechnung der Cross Correlation

$$y_i = \sum_{k=0}^{|w|-1} x_{i+k} * w_k$$

- y<sub>i</sub>: Ausgabe an der Stelle i
- x<sub>i</sub>: Eingabe an der Stelle i
- wi: Wert des Kernels an der Stelle i



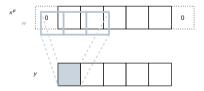


# **Padding**

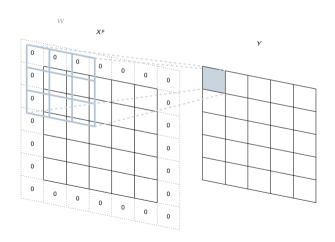
Problem: Ausgabe wird kleiner als Eingabe

⇒ Detailverlust

Lösung: Eingabe mit Nullen erweitern



# Convolution / Cross Correlation im zweidimensionalen Raum

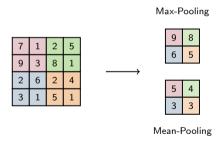


## **Convolutional Layer**

- Mehrere Eingabechannel (zum Beispiel unterschiedliche Farbkanäle)
- Mehrere Ausgabechannel
- Jeder Eingabechannel hat Einfluss auf jeden Ausgabechannel
  - → Mehrere Kernel pro Convolutional Layer
- Ausgabe eines Convolutional Layer: Feature Map
  - Allgemeine Eigenschaften in höheren Schichten
  - Komplexere Eigenschaften in tieferen Schichten

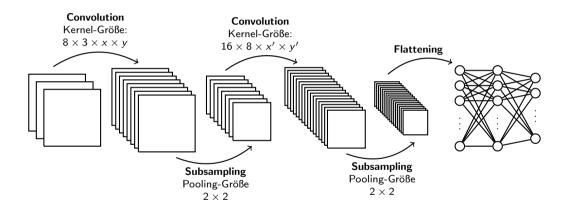
# **Subsampling**

- Verringerung der Eigenschaften durch Pooling-Operationen
- Schnellerer Trainingsvorgang, nur geringer Leistungsverlust



• Keine anzupassenden Gewichte

## **Aufbau eines Convolutional Neural Networks**



# 3. Praxisbeispiel

- 1. Computer lernen lassen
- 2. Deep Convolutional Neural Networks
- 3. Praxisbeispiel Ziffernerkennung

# Ziffernerkennung

#### MNIST-Datensatz

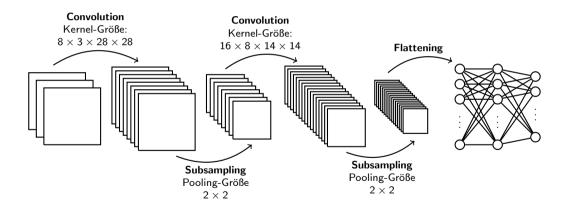
- Handgeschriebene Ziffern von 0 bis 9
- Schwarz-Weiß-Bilder der Größe 28 × 28

#### **TensorFlow**

- ML-Framework von Google
- Viele Architekturen neuronaler Netze
  - Allgemeine Datenverarbeitung
  - Bilderkennung
  - Texterkennung
  - Audioerkennung
  - Verstärktes Lernen
- Verstarktes Lerri
- Großer Komfort
  - Einfaches, aber genaues Training
  - GPU-Berechnungen

# Ziffernerkennung

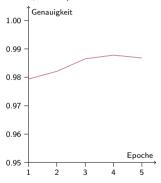
Aufbau des Netzes:



# Ziffernerkennung

#### Ergebnisse:

• Erreichte Genauigkeit: 98.68% (nach fünf Epochen)



• Geringer Unterschied zu vollständig verbundenem Netz (97.5%)

## Literaturverzeichnis

- Robert Callan: Neuronale Netze im Klartext. Pearson Studium, 1. Auflage, 2003.
- Sebastian Raschka und Vahid Mirjalili: Python Machine Learning. 3. Auflage, 2015. Kapitel 1 und Kapitel
  15.
- Manfred Spitzer: *The Mind Within the Net: Models of Learning, Thinking and Acting*, Seite 21. MIT Press, 2. Auflage, 1999. Verweis von Wikipedia / Synapsengewicht.