



# Neuronale Netze: Deep Convolutional Neural Networks

Jens Ostertag | 6. Juli 2022



universität  
**uulm**

# 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

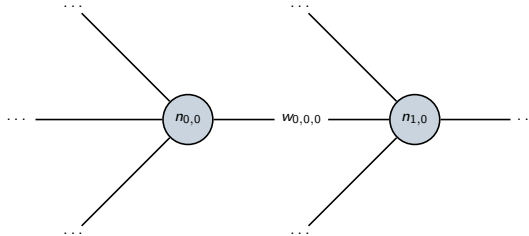
# Allgemeines

Wo werden neuronale Netze angewendet?

- Straßenverkehr
- Medizinischer Bereich
- Industrie
- Soziale Netzwerke

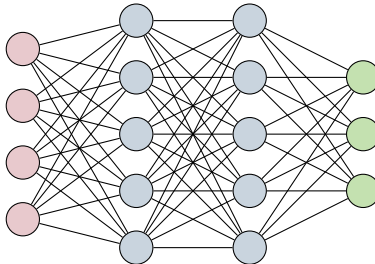
# Aufbau neuronaler Netze

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



# Aufbau neuronaler Netze

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



# Aufbau neuronaler Netze

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

- $n_{i,j}$ : 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

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**

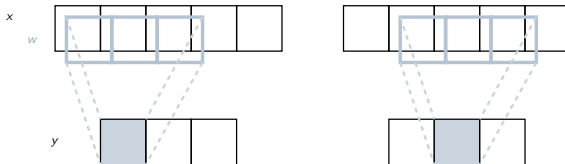
Vorteile:

- Viel bessere Genauigkeit
  - Lernvorgänge noch ähnlicher zu denen des Menschen
- Schnelleres Training
  - Weniger anzupassende Gewichte

# Convolution / Cross Correlation im eindimensionalen Raum

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

- $y_i$ : Ausgabe an der Stelle  $i$
- $x_i$ : Eingabe an der Stelle  $i$
- $w_i$ : Wert des Kernels an der Stelle  $i$

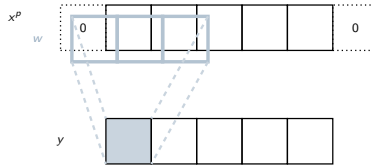


# Padding

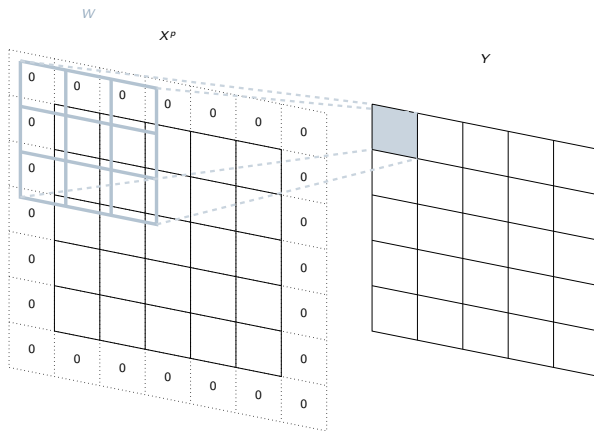
Problem: Ausgabe wird kleiner als Eingabe

⇒ Detailverlust

Lösung: Eingabe mit Nullen erweitern



# Convolution / Cross Correlation im zweidimensionalen Raum

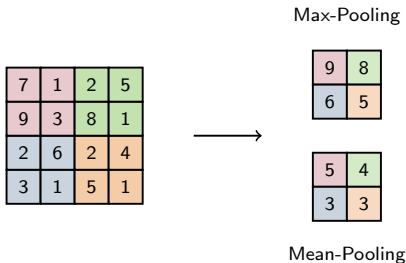


# Convolutional Layer

- 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

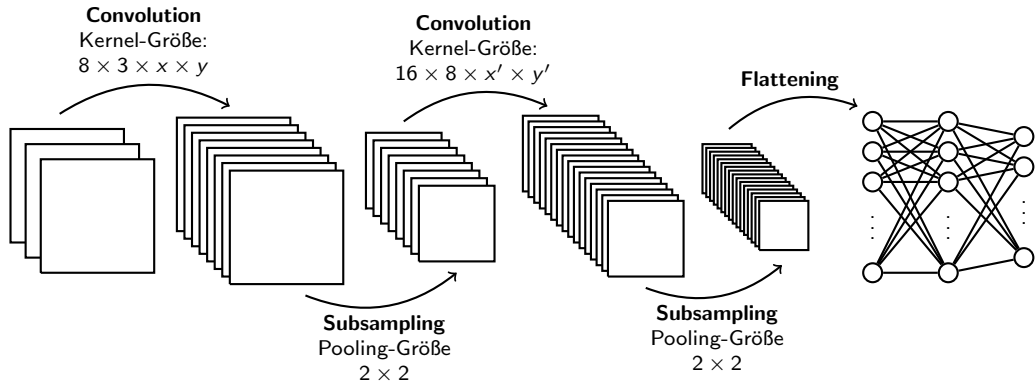
# Subsampling

- 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