Künstliche neuronale Netze

Deep Convolutional Neural Networks

Jens Ostertag

6. Juli 2022

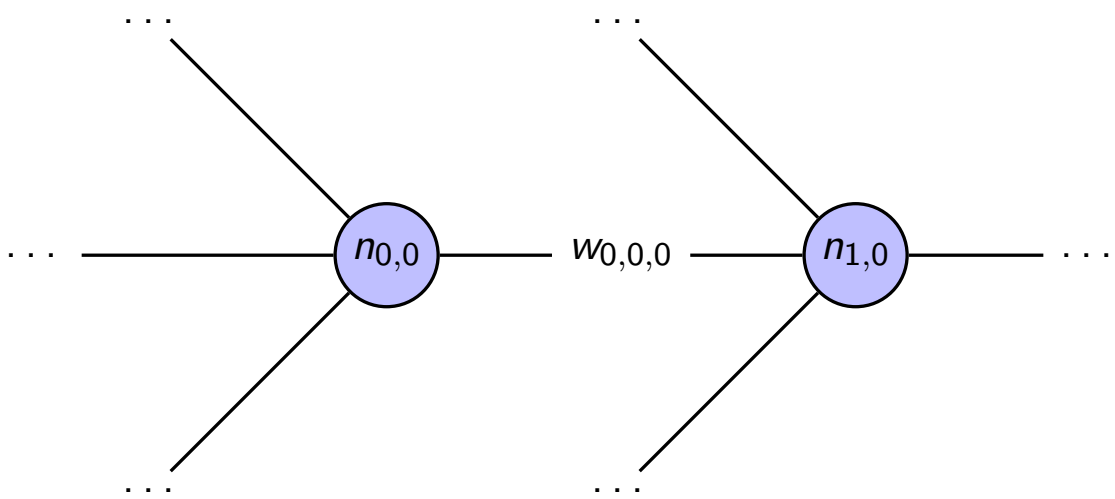
Allgemeines

Wo werden neuronale Netze angewendet?

- Straßenverkehr
- Medizinischer Bereich
- Industrie
- Soziale Netzwerke

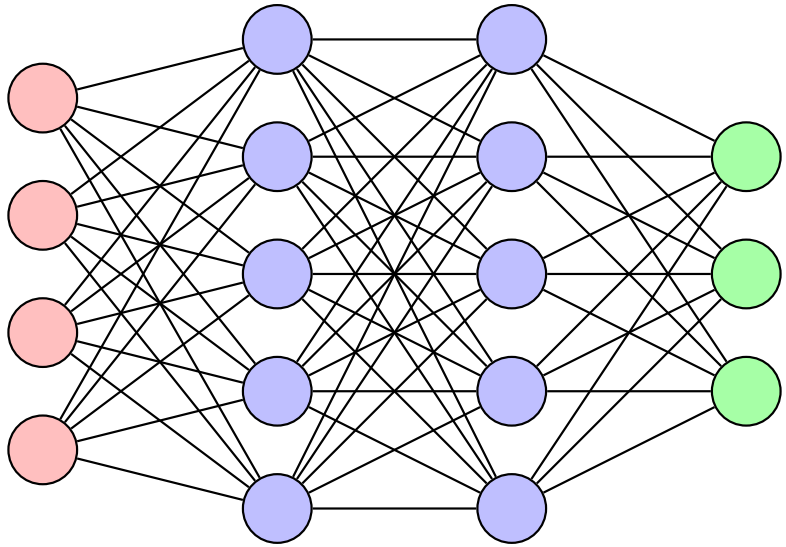
Aufbau neuronaler Netze (1/3)

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



Aufbau neuronaler Netze (2/3)

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



Aufbau neuronaler Netze (3/3)

- Berechnung der Ausgabe eines Neurons mit der Formel

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

  - $n_{i,j}$: Neuron in der Schicht i an der Stelle j
  - $o_{i,j}$: Ausgabe des Neurons $n_{i,j}$
  - φ: 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

Deep Convolutional Neural Networks

am Beispiel der Bilderkennung

Abwandlung der neuronalen 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

$\Rightarrow$ Risiko des **Overfittings**

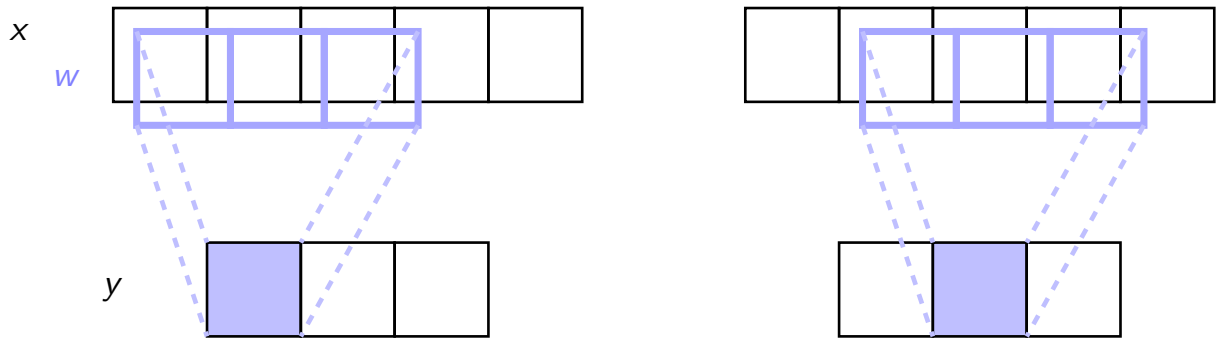
Vorteile:

- 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

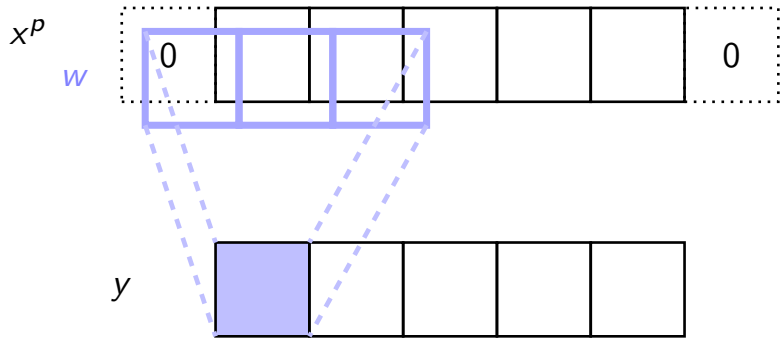


Padding

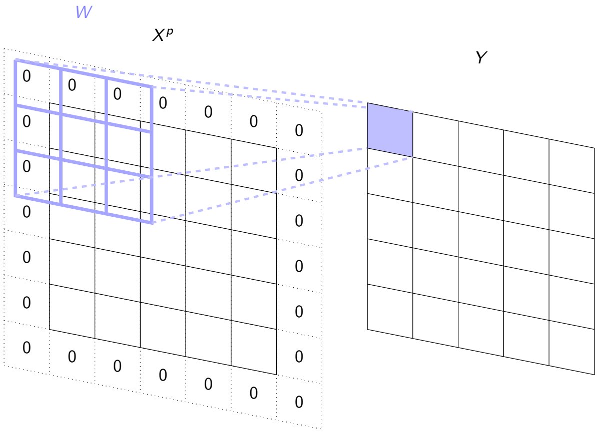
Problem: Ausgabe wird kleiner als Eingabe

$\Rightarrow$ Detailverlust

Lösung: Eingabe mit Nullen erweitern



Convolution / Cross Correlation im zweidimensionalen Raum

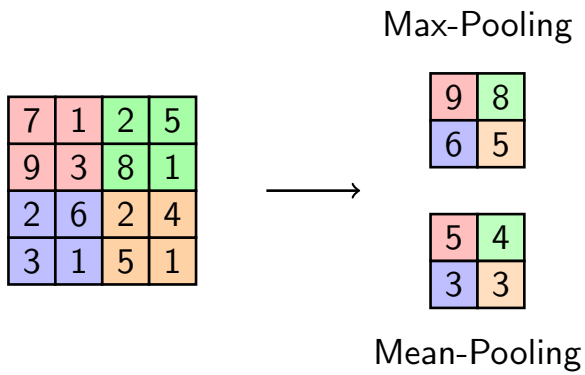


Convolutional Layer

- Mehrere Eingabechannel (zum Beispiel unterschiedliche Farbkanäle)
- Mehrere Ausgabechannel
- Jeder Eingabechannel hat Einfluss auf jeden Ausgabechannel
  $\Rightarrow$ 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

Trainingsablauf

Praxisbeispiel