

# Modulkonzept zu Neuronalen Netzen

Förderkennzeichen: 01IS17073

Vorhabenbezeichnung: Verbundprojekt: COSY-Entwicklung von sieben Praxis-Versuchen zum Thema Datenanalyse und Maschinelles Lernen an zwei Hochschulstandorten

Zugehörigkeit: Modulkonzept Versuch 4 - Umweltdaten

## Allgemeines:

Ein Neuronales Netz kann im Gegensatz zur Linearen Regression auch nicht-lineare Zusammenhänge abbilden. Dafür ist es jedoch deutlich komplexer und stellt bezüglich des Zustandekommens seiner Ausgabe eine Blackbox dar. Neuronale Netze haben ihre Stärken bei komplexen Aufgabenstellungen, wie beispielsweise der Bildanalyse oder dem Verständnis von natürlicher Sprache.

Grundsätzlich besteht ein Neuronales Netz aus einem Input Layer, einer Anzahl von Hidden Layer und einem Output Layer. Die Anzahl der Units (Neuronen) im Input Layer entspricht der Anzahl der betrachteten Features und für jeden vorherzusagenden Output gibt es eine Unit im Output Layer. Die Konfiguration der Hidden Layer, das heißt die Anzahl der Layer und der Units pro Layer, kann frei gewählt werden, hat jedoch Einfluss auf die Mächtigkeit und Komplexität des Netzes.

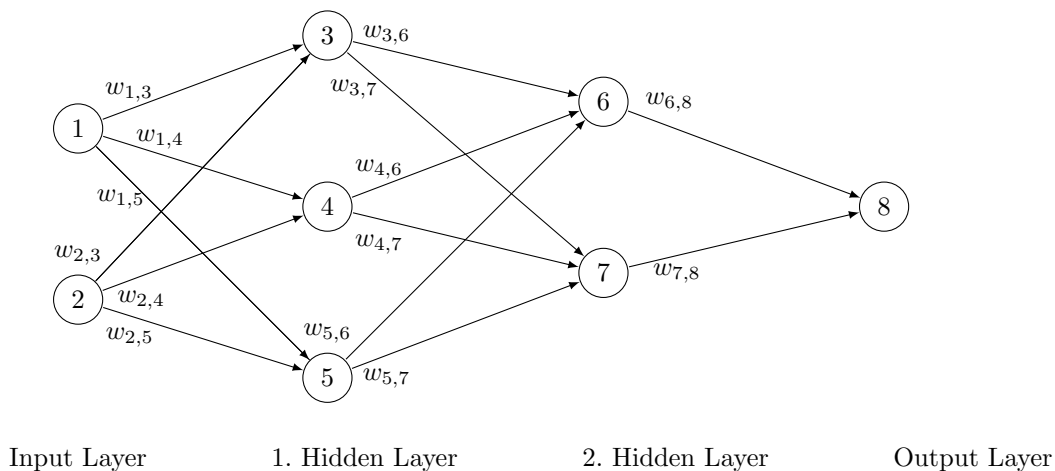


Abbildung 1: Beispiel eines Neuronalen Netzes mit 2 Input Units, 3 Neuronen im ersten Hidden Layer, 2 Neuronen im zweiten Hidden Layer und einer Output Unit

Units verschiedener Layer können beliebig durch gerichtete gewichtete Kanten verbunden werden. Jede Unit besitzt eine Aktivierungsfunktion, die bezüglich den Gewichten der eingehenden Kanten

und den Outputs der verbundenen Units einen eigenen Output erzeugt welcher an die verbundenen Units des Folgelayers weitergegeben werden. Die Kantengewichte  $w_{i,j}$  der einzelnen Kanten werden nach einer zufälligen Initialisierung in einem Trainingsprozess berechnet. Dabei werden Trainingsdaten mit bekannten Ergebnissen in das Netz gegeben und die Gewichte derart angepasst, dass der Fehler zwischen den bekannten Ergebnissen und den Outputs des Netzes minimal wird. Dabei ist zu beachten, dass bei der Minimierung des Fehlers möglicherweise nur ein lokales Minimum erreicht wird und die zufällige Initialisierung zu verschiedenen Endgewichten führen kann. Neuronale Netze verhalten sich also nicht deterministisch.

Um Neuronale Netze vollständig zu verstehen sollen die Studierenden Schritt für Schritt ein Neuronales Netz implementieren. Dabei sollen sie mit einer Unit beginnen und diese dann zuerst zu Layern und diese wiederum zu einem Netz zusammenschalten. Die grundlegende Struktur sowie besonders komplexe Elemente wie der Backpropagation Algorithmus beim Training können dabei als Pseudocode oder Lückentext vorgegeben werden.

### **Aufgaben:**

- Durchführung einer Prognose mit linearer Regression und einem Neuronalem Netz (Matlab-Toolbox) und vergleichen und interpretieren der Ergebnisse
- Implementierung eines Neuronalen Netzes durch:
  - Implementierung einer Unit mit den zugehörigen Attributen und Methoden
  - Implementierung eines Layers mit den zugehörigen Attributen und Methoden
  - Implementierung eines Netzes mit den zugehörigen Attributen und Funktionen
  - Implementierung eines Wrappers der das Neuronale Netz aufruft und steuert
  - Testen des Neuronalen Netzes auf einem Trainingsdatensatz

### **Ziele:**

Die Studierenden verstehen wie Neuronale Netze aufgebaut sind und wie sie funktionieren. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Stärken und Nachteile von Neuronalen Netzen und können abschätzen wann ihr Einsatz sinnvoll ist und wann andere Methoden wie Regression besser geeignet sind.

### **Literatur:**

- Russel, Stuart; Norvig, Peter. (2002). Artificial Intelligence. A Modern Approach. New Jersey: Prentice Hall