



## Übungen zu Ideen der Informatik

<https://www.mpi-inf.mpg.de/departments/algorithms-complexity/teaching/winter21/ideen/>

Blatt 12

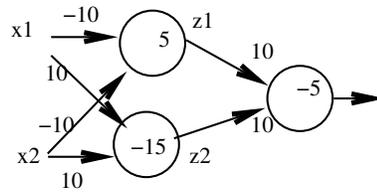
Abgabeschluss: 31. 1. 2022

**Aufgabe 1** (9 Punkte) Für jede Frage gibt es 1.5 Punkte.

- 1) Was versteht man unter der One-Learning-Algorithm-Hypothese?
  - a) Das Gehirn von Primaten ist wie ein künstliches neuronales Netz aufgebaut.
  - b) Das Gehirn von Primaten lernt verschiedenste Dinge mit dem gleichen Mechanismus.
- 2) Die Sigmoid-Funktion ist eine Approximation einer Treppenfunktion mit der Eigenschaft:
  - a) Bei negativen Eingaben ist die Ausgabe 0, bei positiven Eingaben ist die Ausgabe 1.
  - b) Bei negativen Eingaben ist die Ausgabe 1, bei positiven Eingaben ist die Ausgabe 0.
- 3) Wir haben  $N$  Trainingsdaten  $(x_i, y_i)$ ;  $y_i$  ist die gewünschte Ausgabe an der Eingabe  $x_i$ . Die Qualität einer Funktion  $f$  kann man durch den mittleren quadratischen Fehler messen. Dieser ist definiert als:
  - a)  $\frac{1}{N} \sum_{1 \leq i \leq N} (y_i - f(x_i))^2$
  - b)  $\frac{1}{N} \sum_{1 \leq i \leq N} |y_i - f(x_i)|$
- 4) Was ist der mathematische Grund, mit dem mittleren quadratischen Fehler zu arbeiten statt mit dem mittleren absoluten Fehler?
  - a) Fehler ist immer eine nicht-negative Zahl.
  - b) Fehler ist eine differenzierbare Funktion der Parameter des Netzes.
- 5) Der Gradient einer Funktion in einem Punkt und die Höhenlinie der Funktion durch diesen Punkt. . .
  - a) ...stehen aufeinander senkrecht.
  - b) ...sind parallel.
- 6) Der Gradient einer Funktion mehrerer Variablen ist die Richtung des steilsten...
  - a) ...Anstiegs.
  - b) ...Abstiegs.

**Lösung:** 1b, 2a, 3a,4b,5a,6a

**Aufgabe 2** (8 Punkte) Vervollständigen Sie die Tabelle. Geben Sie an, welche logische Funktion das abgebildete Netzwerk berechnet. Die beiden Eingänge für das obere Neuron haben Gewicht  $-10$ , die Eingänge für das untere Neuron haben Gewicht  $+10$ .



$x_1$	$x_2$	$z_1 =$	$z_1 \approx$	$z_2 =$	$z_2 \approx$	$o =$	$o \approx$
0	0	$g(5)$	1				
0	1						
1	0						
1	1						

**Lösung:**

$x_1$	$x_2$	$z_1 =$	$z_1 \approx$	$z_2 =$	$z_2 \approx$	$o =$	$o \approx$
0	0	$g(5)$	1	$g(-15)$	0	$g(5)$	1
0	1	$g(-5)$	0	$g(-5)$	0	$g(-5)$	0
1	0	$g(-5)$	0	$g(-5)$	0	$g(-5)$	0
1	1	$g(-15)$	0	$g(5)$	1	$g(5)$	1

Das Netz berechnet die Funktion  $x_1 \equiv x_2$ . (Die Antworten  $x_1 = x_2$  oder  $x_1$  gleich  $x_2$  sind auch OK.)

**Aufgabe 3 (3 Punkte)** Wir sahen im Kurs, dass Deep Neural Networks in der Lage sind, Bilder auseinander zu halten, die zu 1000 verschiedenen Klassen gehören.

Was kann ein 4-jähriges Kind im Vergleich? Und ein 8-jähriges Kind?

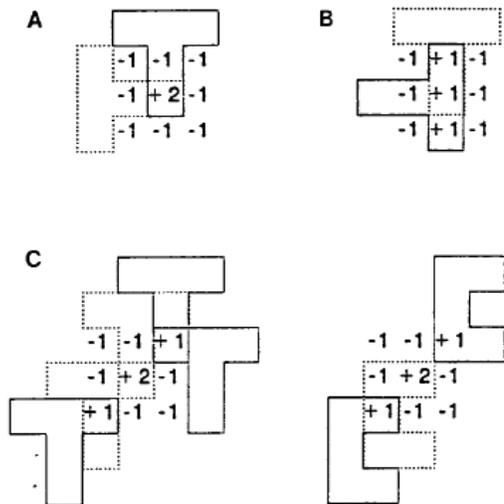
**Lösung:** Mein Enkel (er ist jetzt 5) konnte als vierjähriger sehr viele Automarken auseinanderhalten, sogar wenn er das Markenzeichen nicht sehen konnte. Er konnte aber wahrscheinlich keine 1000 Klassen sicher auseinanderhalten.

Meine 8-jährigen Enkelinnen können das auf jeden Fall.

Auch schon der Vierjährige kann auf einem Bild eines Bauernhofs die einzelnen Tiere, den Traktor, den Bauer und die Bäuerin, den Stall, das Wohnhaus, ... benennen. Er begann auch kleine Geschichten dazu zu erzählen.

8-jährige können lange Geschichten erzählen.

**Aufgabe 4 (10 Punkte)** In der Vorlesung haben wir das Netz gesehen, das C und T unterscheiden kann. Ich habe in der Vorlesung erklärt, wie die Filter A und D funktionieren. Erklären Sie, wie die Filter B und C funktionieren.



- a) Welche Werte können die Filter B und C liefern bei Eingabe C bzw. T.
- b) Was muss das Ausgabeneuron leisten?

**Lösung:**

**Filter B:** Beim T liefert mindestens ein Neuron der Eingabeschicht einen Wert  $\geq 2$ . Bei Eingabe C ist der Wert immer  $\leq 1$ .

Wenn das T normal oder auf dem Kopf steht, die mittlere Spalte mit 2 Kästchen überlappt, und der Balken außerhalb des Filters liegt, bekommt man den Wert 2. Wenn das T liegt und der Balken des T mit der mittleren Spalte übereinstimmt, bekommt man den Wert 2.

Wenn das C die mittlere Spalte nicht oder nur in einem Quadrat überlappt, dann ist der Gesamtwert sicher  $\leq 1$ . Wenn das C die mittlere Spalte in genau 2 Quadranten überlappt, dann muss es auch eines der Felder mit Wert  $-1$  überlappen. Also ist der Gesamtwert  $\leq 1$ . Wenn das C die mittlere Spalte in 3 Quadranten überlappt, dann steht es aufrecht und überlappt auch zwei Felder mit Wert  $-1$ . Also ist der Gesamtwert  $\leq 1$ .

Das Ausgabeneuron sagt T, wenn mindestens ein Neuron der ersten Schicht den Wert 2 liefert.

**Filter C:** Beim C liefert mindestens ein Filter den Wert  $-3$ . Beim T sind die Werte immer  $\geq -2$ .

Wenn das C normal steht und mit dem linken Rand des Filters aligniert ist, dann ist der Wert  $-3$ . Analog für die drei anderen Lagen des C.

Nehmen wir an, das T steht normal. Wenn es drei Kästchen  $-1$  überlappt, dann muss es sowohl der Stamm als auch der Balken des T den Filter überlappen. Also liegt der Stamm entweder in der linken Spalte des Filters (dann Gesamtwert  $-2$ ) oder in der mittleren Spalte (dann Gesamtwert 0) oder in der rechten Spalte (Gesamtwert  $-2$ ). Analog argumentiert bei den anderen Lagen des T.

Das Ausgabeneuron muss also nur entscheiden, ob es ein Eingabeneuron gibt mit Wert  $-3$  gibt.

Ich habe für die Videos, die Nachbereitung und das Übungsblatt etwa  Stunden gebraucht.

(Ann-Sophie fertigt aus diesen Zahlen eine Statistik an. Kurt und Corinna sehen nur diese Statistik. Wir möchten wissen, ob der Schwierigkeitsgrad in etwa richtig ist.)

Maschinelles Lernen war  spannend  okay  langweilig   
 schwierig  okay  einfach