

## 2. Übungsblatt

### Aufgabe 9      Schwellenwertelemente/Perzeptren

Bestimmen Sie die Parameter von Schwellenwertelementen, sodass diese die folgenden Boole'schen Funktionen berechnen:

a)  $y = x_1 \vee x_2$ ,

b)  $y = \neg x_1 \wedge x_2$ .

Hinweis: Ein Schwellenwertelement berechnet, auf welcher Seite einer (Hyper-)Ebene ein Eingabevektor liegt

### Aufgabe 10      Schwellenwertelemente/Perzeptren

Versuchen Sie die Parameter eines Schwellenwertelementes zu bestimmen, sodass es das exklusive Oder (geschrieben  $x_1 \dot{\vee} x_2$  oder  $x_1 \oplus x_2$ ) berechnet! Welches Problem tritt auf? Wie kann man dieses Problem lösen?

Hinweis: Erinnern Sie sich an die in der Vorlesung behandelte Lösung des Biimplikationsproblems. Beachten Sie zusätzlich, dass das Problem gezeigt werden muss (Beweis oder mathematisch fundierte Begründung).

### Aufgabe 11      Schwellenwertelemente/Perzeptren

Bestimmen Sie die Parameter von *einzelnen* Schwellenwertelementen, sodass diese die folgenden Boole'schen Funktionen berechnen:

a)  $y = x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3$       (oder kurz:  $x_1 \overline{x_2} x_3$ )

b)  $y = (x_1 \wedge x_2) \vee (\neg x_2 \wedge x_3)$       (oder kurz:  $x_1 x_2 \vee \overline{x_2} x_3$ )

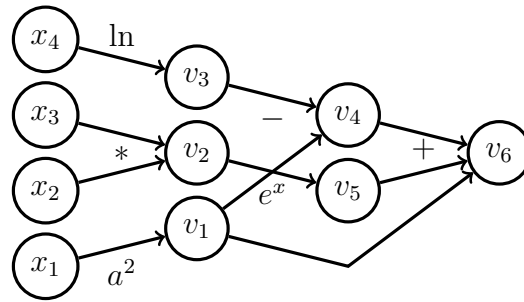
c)  $y = (x_1 \wedge x_2) \vee \neg x_3$       (oder kurz:  $x_1 x_2 \vee \overline{x_3}$ )

Hinweis: Ein Schwellenwertelement berechnet, auf welcher Seite einer (Hyper-)Ebene ein Eingabevektor liegt. Beachten Sie zusätzlich, dass Probleme gezeigt werden müssen (Beweis oder mathematisch fundierte Begründung), wenn sie auftreten.

### Aufgabe 12      Reverse Mode Automatische Differenzierung

Betrachten Sie den folgenden Ausführungsgraph für den Ausdruck  $f(x) = x_1^2 + e^{x_2 \cdot x_3} - \ln(x_4) + x_1^2$ :

a) Berechnen Sie  $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6$  für  $x_1 = -3, x_2 = 1, x_3 = 4, x_4 = e^3$



- b) Bestimmen Sie die partielle Ableitung für  $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, x_1, x_2, x_3, x_4$  mit Hilfe der Kettenregel. Dafür sollen die partiellen Ableitungen von  $v_6$  aus zu den Eingaben  $x_1, x_2, x_3, x_4$  Schrittweise berechnet werden. Nutzen Sie dafür die folgende Notation

$$\dot{v}_i = \frac{\partial v_6}{\partial v_i}$$

und die folgende Formel zur Berechnung der partiellen Ableitungen:

$$\dot{v}_i = \sum_{j \in \text{Nachfolger}(v_i)} v_j \frac{\partial v_j}{\partial v_i}$$

Die Nachfolger sind die Knoten die  $v_i$  als Eingang benutzen. Zum Beispiel  $\text{Nachfolger}(v_1) = \{v_4, v_6\}$ .

Hinweis : Das Ergebnis zu dieser Aufgabe besteht aus den Formeln für die angegebenen Variablen.

- c) Berechnen Sie nun die partiellen Ableitung von  $v_6$  nach  $x_1, x_2, x_3, x_4$  mit Hilfe der hergeleiteten Formeln aus b) und den Werten aus a).
- d) Überprüfen Sie das Ergebnis indem Sie  $f(x)$  ableiten und die Werte aus a) einsetzen.

### Aufgabe 13 Einführung in Python

Wir wollen in diesem Semester langfristig gesehen ein eigenes Framework implementieren um Neuronale Netze zu trainieren. Dafür werden wir Python in Kombination mit numpy verwenden. Im Folgenden wollen wir ein paar kleine Übungen machen um den Einstieg zu erleichtern.

- a) Installiert Anaconda Python <https://www.anaconda.com/distribution/>. Dies beinhaltet bereits die notwendigen Pakete.
- b) Löst die Aufgaben in den Dateien `python_training.py` und `numpy_training.py`. Ihr findet die Dateien in der Beschreibung im Townsquare. Um euch selbst zu testen könnt ihr die Datei ausführen, in dem ihr sie von der Konsole ausführt.