

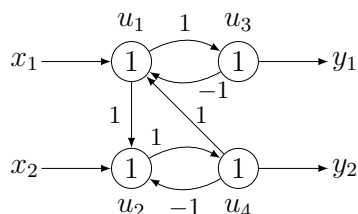
## 4. Übungsblatt

### Aufgabe 15 Trainieren von Schwellenwertelementen

Geben Sie den Ablauf des Lernvorgangs (Delta-Regel) eines Schwellenwertelementes für die Boole'sche Funktion  $x_1 \rightarrow x_2$  an! Am besten mit Hilfe einer Tabelle, die Spalten für die Werte von  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $d = x_1 \rightarrow x_2$ ,  $\mathbf{x} \cdot \mathbf{w}$ ,  $y$ ,  $e$ ,  $\Delta\theta$ ,  $\Delta w_1$ ,  $\Delta w_2$ ,  $\theta$ ,  $w_1$  und  $w_2$  enthält. Verwenden Sie als Anfangsbelegung des (erweiterten) Gewichtsvektors  $\mathbf{w} = (0, 0, 0)$  und als Lernrate 1. Geben Sie eine geometrische Interpretation des Lernergebnisses an!

### Aufgabe 16 Aktualisierungsreihenfolge

Gegeben sei das folgende Netz aus Schwellenwertelementen:



Zeigen Sie, dass es von der Aktivierungsreihenfolge der Schwellenwertelemente abhängt, ob das Netz in einen stabilen Zustand gelangt, wenn die Eingaben  $x_1 = 0$  und  $x_2 = 1$  angelegt werden!

### Aufgabe 17 Funktionsapproximation

- Geben Sie ein mehrschichtiges Perzeptron mit ca. 10 Neuronen an, das die Funktion  $y = x^2$  im Intervall  $[0.5, 4.5]$  durch eine Treppenfunktion annähert.
- Wie kann man diese Näherung verbessern? (Geben Sie zwei Möglichkeiten an.)

### Aufgabe 18 Funktionsapproximation

Wir betrachten die Indikatorfunktion der rationalen Zahlen über der Menge der reellen Zahlen (auch als Dirichlet-Funktion bekannt), d.h. die Funktion

$$f : \mathbb{R} \rightarrow \{0, 1\}, \quad x \mapsto \begin{cases} 1, & \text{falls } x \in \mathbb{Q}, \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases}$$

- Kann diese Funktion durch ein neuronales Netz (mehrschichtiges Perzeptron) beliebig genau angenähert werden?
- Was zeigt das Ergebnis der Teilaufgabe a) über die Berechnungsfähigkeiten neuronaler Netze?