

13. Übung zu Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Wintersemester 2025/26

gestellt am 22. Januar 2026

Aufgabe 13.1:

Berechnen Sie für das rekurrente Netz mit

- drei McCulloch-Pitts-Neuronen u, v, w
- Eingang $x \in \{0, 1\}$
- Ausgang $y \in \{0, 1\}$
- erregende Kanten: $(x, u), (u, u), (u, v), (v, w), (w, y)$
- hemmende Kanten: $(x, v), (u, w), (v, v)$
- Schwellwerte $\theta_u = \theta_v = \theta_w = 1$

- die Ausgabefolge bei Eingabe der Folge 0001110100101111000,
- das Zustandsübergangssystem zum Netz (Diagramm).

Für alle Neuronen gilt

Eingangsfunktion:	Summe
Aktivierungsfunktion:	Stufenfunktion mit Schwellwert 1
Ausgangsfunktion:	Identität
Aktivierung zu Beginn:	0

Aufgabe 13.2:

Welche Ausgaben ordnen die Assoziativspeicher mit der Gewichtsmatrix

$$W_1 = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad W_2 = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} \quad W_3 = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \\ 3 & -1 \\ -1 & 2 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad W_4 = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 2 & -1 \\ 1 & 3 \\ 1 & -2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$$

allen möglichen Booleschen Eingaben zu?

Aufgabe 13.3:

- Welche Ausgaben ordnen die bidirektionalen Assoziativspeicher (BAM-Netze) mit den Gewichtsmatrizen

$$W_1 = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & -2 \end{pmatrix} \quad W_2 = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -2 & 0 \end{pmatrix} \quad W_3 = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 & -1 & 3 \\ 1 & 3 & -2 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

den Eingaben $(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)$ zu?

- Geben Sie den vollständigen Zustandsgraphen des Netzes an.
- Welche stabilen Muster sind jeweils auf jeder Seite gespeichert?

Aufgabe 13.4:

- Konstruieren Sie einen bidirektionalen Assoziativspeicher (BAM-Netz) zur Zuordnung der Muster $(1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)$ zu $(0, 1)$ und $(1, 1, 1, 0, 1, 0, 1)$ zu $(1, 0)$.
- Zeigen Sie, dass diese Muster in Ihrem Netz gespeichert sind.

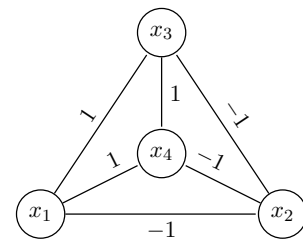
- c. Welche Ausgabemuster werden den folgenden Eingaben zugeordnet
 $(0, 0, 1, 1, 0, 0, 1)$, $(0, 1, 0, 0, 1, 0, 0)$, $(0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)$
- d. Welche Ausgabemuster werden auf die Ausgabe $(0, 0)$ abgebildet?

Aufgabe 13.5:

- a. Konstruieren Sie ein BAM-Netz zur Zuordnung der Muster $(1, 0, 1)$ zu $(0, 1)$ und $(0, 1, 0)$ zu $(0, 0)$.
- b. Zeigen Sie für jede Eingabe $x \in \{0, 1\}^3$, auf welche Ausgabe sie abgebildet wird.
- c. Zeigen Sie für jede Ausgabe $y \in \{0, 1\}^2$, welche Eingaben auf sie abgebildet werden.

Aufgabe 13.6:

Welche stabilen Ausgaben erhält man bei folgenden Eingaben im nebenstehenden Hopfield-Netz: $(-1, -1, 1, 1)$, $(1, 1, -1, 1)$
 Achtung: Bis eine stabile Ausgabe erreicht wird, sind mitunter mehrere Schritte nötig.



Aufgabe 13.7:

- a. Konstruieren Sie ein Hopfield-Netz zum Speichern des Musters $(1, 0, 1, 0)$.
- b. Zeigen Sie, dass dieses Muster in Ihrem Netz gespeichert ist.
- c. Modifizieren Sie das Netz so, dass es außerdem das Muster $(1, 1, 0, 0)$ speichert.
- d. Geben Sie alle Muster an, die in diesem modifizierten Netz gespeichert sind und zeigen Sie für jede nicht gespeicherte Eingabe $x \in \{0, 1\}^4$, auf welches Muster sie abgebildet wird.