

---

## Einführung in die Neuroinformatik SoSe 2012

Institut für Neuroinformatik

Dr. F. Schwenker

11. Aufgabenblatt (20.07.2012 in der Übung)

---

### 19. Aufgabe (4+4+3 Punkte): Hetero-Assoziation

1. Schreiben Sie ein `matlab`-Programm zur Speicherung binärer Musterpaare  $(x^\mu, y^\mu)$ ,  $x^\mu \in \{0, 1\}^m$ ,  $y^\mu \in \{0, 1\}^n$  nach der binären Hebbregel:

$$c_{ij} = \bigvee_{\mu=1}^M x_i^\mu y_j^\mu$$

Hierbei ist  $c_{ij}$  das synaptische Gewicht in der  $i$ -ten Zeile und der  $j$ -ten Spalte der Kopplungsmatrix  $C$ . Es soll jeder Eingabevektor  $x^\mu$  genau  $k$  und jeder Ausgabevektor  $y^\mu$  genau  $l$  Einsen haben.

2. Es sei  $m = 2048$ ,  $n = 1024$ ,  $k = 11$  und  $l = 10$ . Bestimmen Sie für  $p_1 = 0.43$  die Musterzahl  $M$  durch die Abschätzung

$$p_1 := 1 - \exp\left(-M \frac{kl}{nm}\right)$$

hierbei ist  $p_1 := \text{prob}[c_{ij} = 1]$  der Anteil der Gewichte der nach der Speicherung der Musterpaare  $(x^\mu, y^\mu)_{\mu=1}^M$  den Wert  $c_{ij} = 1$  hat.

Generieren Sie einen Mustersatz mit  $\lfloor M \rfloor$  Mustern und speichern Sie diese nach der binären Hebbregel in der Speichermatrix  $C$  ab. Die Positionen der Einsen in den Musterpaaren  $(x^\mu, y^\mu)$  sollen zufällig (nach der Gleichverteilung) erzeugt werden.

Hinweis: `matlab` stellt für die Erzeugung von Zufallszahlen einige nützliche Funktionen (z.B. `rand`, `randperm`) bereit.

3. Experimentell bestimmen Sie bitte den Wert für  $p_1$  und die mittlere Anzahl der fehlerhaften Einsen eines Ausgabemusters  $\hat{y}$ , die bei Anfrage durch ein gespeichertes Anfragemuster  $x^\mu$  und bei der Schwellenwahl  $\theta = k$  (= Anzahl der Einsen im Anfragemuster) vorkommen. Bei der Bestimmung der mittleren Fehlerzahl mitteln Sie über alle  $M$  Muster.