

# Învățare Automată - Laboratorul 6

## Rețele Hopfield

### Învățare ponderi

Ambele formule sunt echivalente

#### 1. Formulă curs

$$w_{ij} = \begin{cases} \sum_{s=1}^M x_i^s x_j^s & i \neq j \quad i, j = 1, N \\ 0 & i = j \quad i, j = 1, N \end{cases}$$

#### 2. Formulă laborator

$$W = \sum_{i=1}^m s^i \cdot (s^i)^T - mI$$

Unde:  $s^i$  este un vector coloană, iar  $s^i \cdot (s^i)^T$  este o matrice

$$\begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

### Energie

Formula pentru calculul energiei este:

$$H = -\frac{1}{2} \sum_{ij} w_{ij} s_i s_j = s^T \cdot W \cdot s$$

### Minim de energie

Configurația reprezintă un minim de energie dacă aceasta nu se mai modifică după actualizare.

Se calculează o nouă stare (actualizând fiecare neuron) și se compară cu starea precedentă. Dacă sunt egale, s-a ajuns într-un minim de energie.

Sau se compară energiile, înainte și după.

### Spurious patterns

Pentru a determina șabloanele nedorite, se pornește de la o configurație aleatoare și se verifică dacă șablonul recunoscut face parte din setul de învățare.

Pentru a dezvăța se actualizează ponderile astfel:

$$\Delta w_{ij} = -\eta s_i s_j \quad , \text{unde } \eta \text{ este rața de dezvățare.}$$