

## Zadání příkladů pro 5.cvičení z předmětu MUIN

Sestavte diskrétní Hopfieldovu síť pro filtrování zašuměných vzorů.

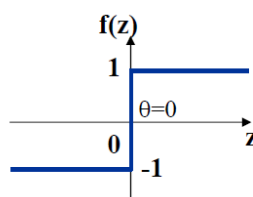
Jako tréninkové vzory použijte přiložené obrázky číslic 0 – 5. Pro aktivaci použijte zašuměné trénovací vzory (30% šumu).

Pozor, trénovací vzory mají hodnoty 0 a 1.

### Neuron

- Bipolární (-1 a 1) (vstup, výstup a stav)
- přenosová funkce s nulovým prahem

#### bipolární skoková



pokud  $z < 0$ ,  $f(z) = -1$

Obr. 1: Přenosová funkce neuronu

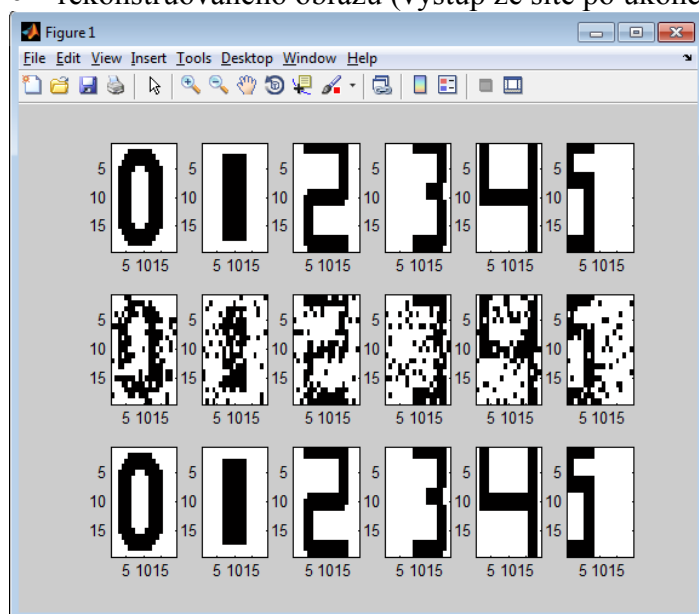
### Topologie sítě

- Hopfieldova síť (iterační autoasociativní paměť)
- počet neuronů je rovný počtu vstupů

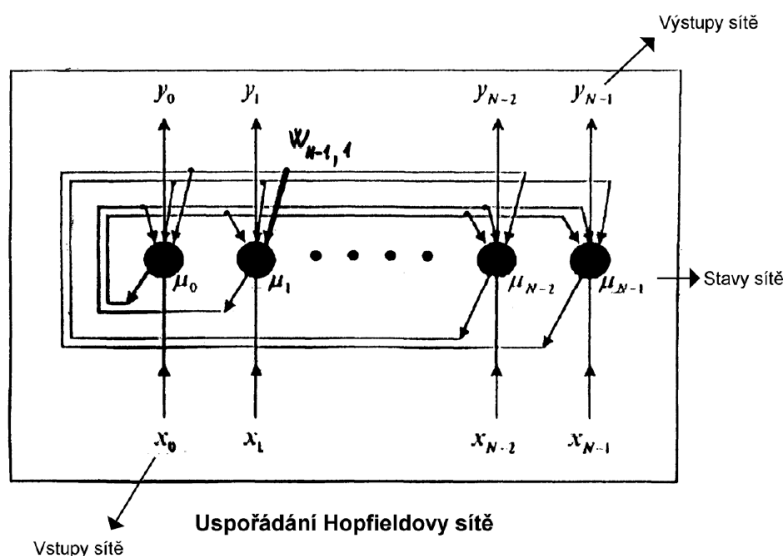
### Odevzdání

Vykreslení:

- původního vzoru
- zašuměného vzoru (použitého pro aktivaci)
- rekonstruovaného obrazu (výstup ze sítě po ukončení aktivace)



## Teorie



Obr. 2: Hopfieldova síť

## Algoritmus učení Hopfieldovy sítě

**Krok 1.** Nastavení vah podle vstupních vzorů

$$w_{ij} = \begin{cases} \sum_{s=1}^M x_{Si} x_{Sj}, & \text{pro } i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

Kde  $w_{ij}$  je váha mezi neuronem  $i$  a  $j$  a

$x_i, x_j$  je  $i$ -tý ( $j$ -tý) element  $s$ -tého vstupního vzoru, který nabývá hodnoty +1 nebo -1.

**Krok 2.** Opakování učícího procesu dokud nejsou předloženy všechny vzory.

## Algoritmus aktivace Hopfieldovy sítě

**Krok 1.** Inicializace stavů

Nastavení počátečních stavů podle přeloženého vzoru (testovací data):

$$m_i(0) = x_i \quad 1 \leq i \leq N$$

kde  $m_i(t)$  je výstup z  $i$ -tého neuronu v čase  $t$  a

$x_i$  je element vstupního obrazce, který může nabývat hodnot +1 nebo -1.

**Krok 2.** Iterace až do nalezení odpovědi

$$m_i(t+1) = f_h \left[ \sum_{j=1}^N w_{ij} m_j(t) \right] \quad 1 \leq i \leq N$$

Krok 2 opakujeme tak dlouho, až platí:

$$m_i(t+1) = m_i(t) \quad 1 \leq i \leq N$$

## **Užitečné příkazy pro Matlab**

Načtení do matice:

*A = csvread(filename)*

(nezapomeňte, že matice se dá indexovat pomocí (řádek, sloupec) nebo (pořadí prvku))

Vykreslení obrázku uloženého v matici, pro správné vykreslení je potřeba vynásobit 255:

*image(A)*

Zapnutí černobílého vykreslování:

*colormap(gray)*

Přidání šumu do obrazu:

*Y = imnoise(vstup, 'typ sumu', ...)*

Změnění rozměrů matice:

*out = reshape(in, řádky, sloupce)*