

1 Asociatívne Neurónové siete

Pripravíme si dáta. V súbore <http://ksvi.mff.cuni.cz/~mraz/nn/cifry.mat> sú matice s binárnou reprezentáciou cifier od 0 do 9. Pomocou `load cifry` sa tieto matice dajú importovať do MATLABu. Každá z matíc má rozmery 8×6 a obsahuje čísla 0 a 1.

```
jedna =  
  
    0    0    0    0    0    0  
    0    0    0    1    0    0  
    0    0    1    1    0    0  
    0    1    0    1    0    0  
    0    0    0    1    0    0  
    0    0    0    1    0    0  
    0    0    0    1    0    0  
    0    0    0    1    0    0
```

Takúto cifru môžeme zobrazíť pomocou funkcie `imagesc`.

```
imagesc(jedna)
```

Aby sme mali vzory ako stĺpcové vektory, tak si vytvoríme maticu so všetkými ciframi:

```
cifrycell={nula, jedna, dva, tri, styri, pat, sest, sedem, osem, devat}  
cifry = reshape(nula,48,1);  
for i=2:10  
    cifry = [cifry reshape(cifrycell{i},48,1)];  
end
```

Na asociatívne učenie potrebujeme bipolárne vektory:

```
cifry = 2*cifry-1;
```

1.1 Porovnanie Hebbovského učenia a metódy pseudoinverznej matice

Pre $k = 0, \dots, 9$ spočítajte váhovú maticu autoasociatívnej siete reprezentujúcej číslice $0, \dots, k$ pomocou

1. Hebbovského učenia a
2. pseudoinverznej matice.

Poznámka: MATLAB počíta pseudoinverznú maticu pri “delení maticou” zľava (operátor `\`) alebo zprava (operátor `/`).

Pre každú takúto maticu spočítajte počet chybné naučených “pixelov”.

Ako sa zmenší počet chybné vybavených “pixelov” pri 1,2,3,4 alebo 5 iteráciách vybavovania vzoru?

Ako Vami naučené siete rozpoznávajú zašumené vzory, tj. vzory vzdialené od naučených o 1, 2, 3, \dots , n v Hammingovskej metrike?

1.2 Hopfieldove siete

Váhy Hopfieldovej siete sa nastavujú podľa Hebbovského pravidla:

$$W_{ij} = \sum_{p, i \neq j} x_i^p x_j^p = \sum_p [(\vec{x}^p)^T \vec{x}^p - I], \quad \text{kde } I \text{ je jednotková matica.}$$

Predpokladáme, že zložky vektorov sú z množiny $\{-1, 1\}$.

Úloha: Spočítajte váhy Hopfieldovej siete, ktorá sa má naučiť vzory:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Aký vzor vybaví táto sieť pri vstupe $[1; -1; -1; -1]$:

- (i) pri synchronnej adaptácii;
- (ii) pri asynchronnej adaptácii?

Spočítajte energetickú funkciu siete pri jednotlivých krokoch vybavovania.