

Historické modely neuronových sítí

Tomáš Janík

Sít' perceptronů

- Jednovrstevná – Hebbovo učící pravidlo dokáže ohraničit problém – geometrická interpretace

Sít' perceptronů

- Jednovrstevná – Hebbovo učící pravidlo dokáže ohraničit problém – geometrická interpretace
Nedokáže provést selekci – funkce XOR

Sít' perceptronů

- Jednovrstevná – Hebbovo učící pravidlo dokáže ohraničit problém – geometrická interpretace

Nedokáže provést selekci – funkce XOR

Nejslavnější sít' perceptronů –
Mark I Perceptron (Rosenblatt)

Mark I Perceptron

- Rozpoznávání písmen, 1958 – autor je dosud považován za zakladatele neurovýpočtů

Mark I Perceptron

- Rozpoznávání písmen, 1958 – autor je dosud považován za zakladatele neurovýpočtů
- Architektura:
 - 20 x 20 fotovodičů – vstup
 - $8 \times 8 \times 8 = 512$ váhových parametrů

Mark I Perceptron

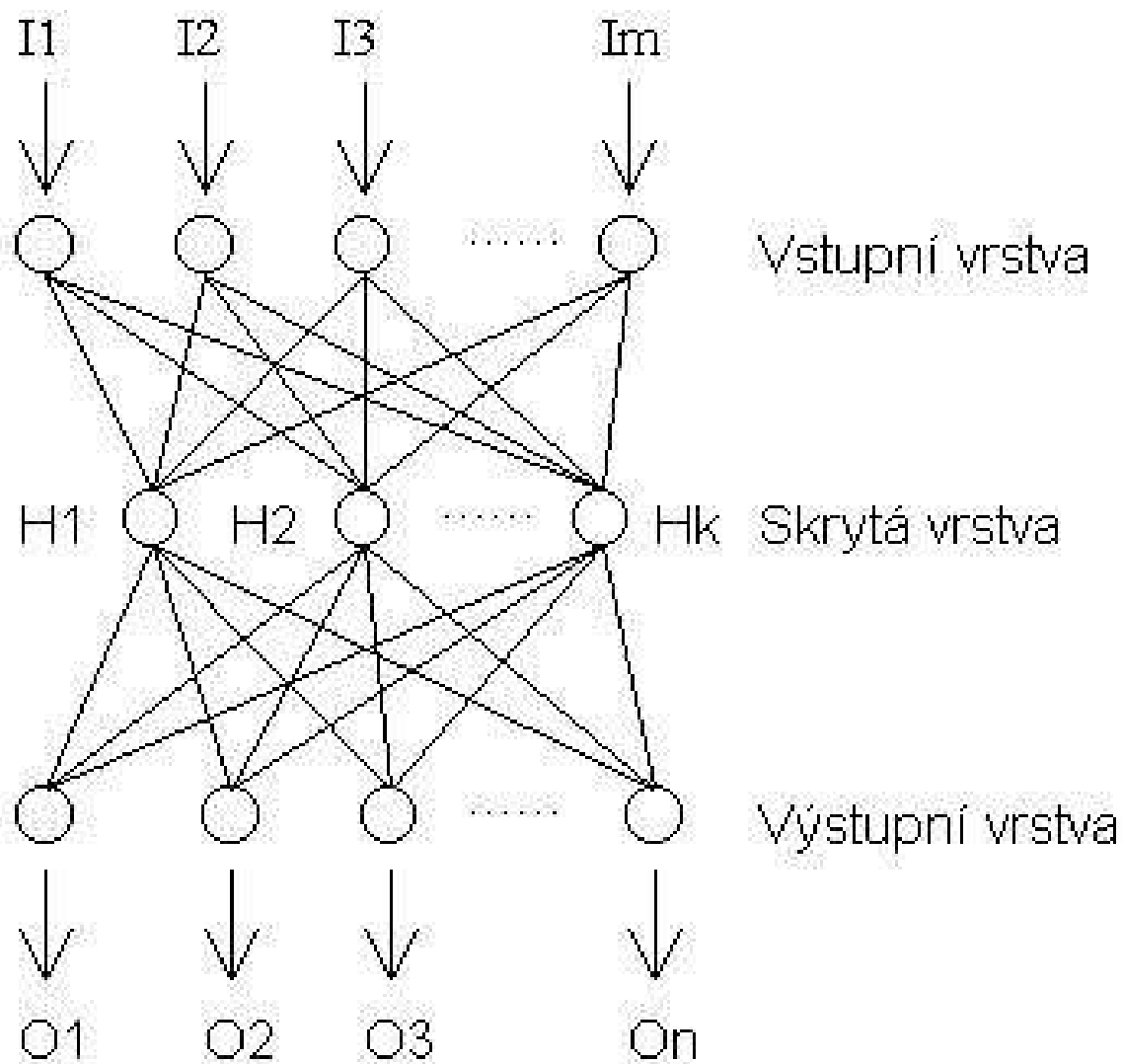


Frank Rosenblatt v
roce 1958

Sít' perceptronů

- Jednovrstevná – Hebbovo učící pravidlo dokáže ohraničit problém – geometrická interpretace
- Vícevrstvá – dlouho nebyl znám učící algoritmus, předpokládalo se, že neexistuje, teprve po nějaké době – backpropagation

Vícevrstvá síť perceptronů



Vícevrstvá síť – matematická motivace

- Vnitřní potenciál

$$\xi_j = \sum_{i \in j_{\leftarrow}} w_{ji} y_i$$

Vícevrstvá síť – matematická motivace

- Vnitřní potenciál

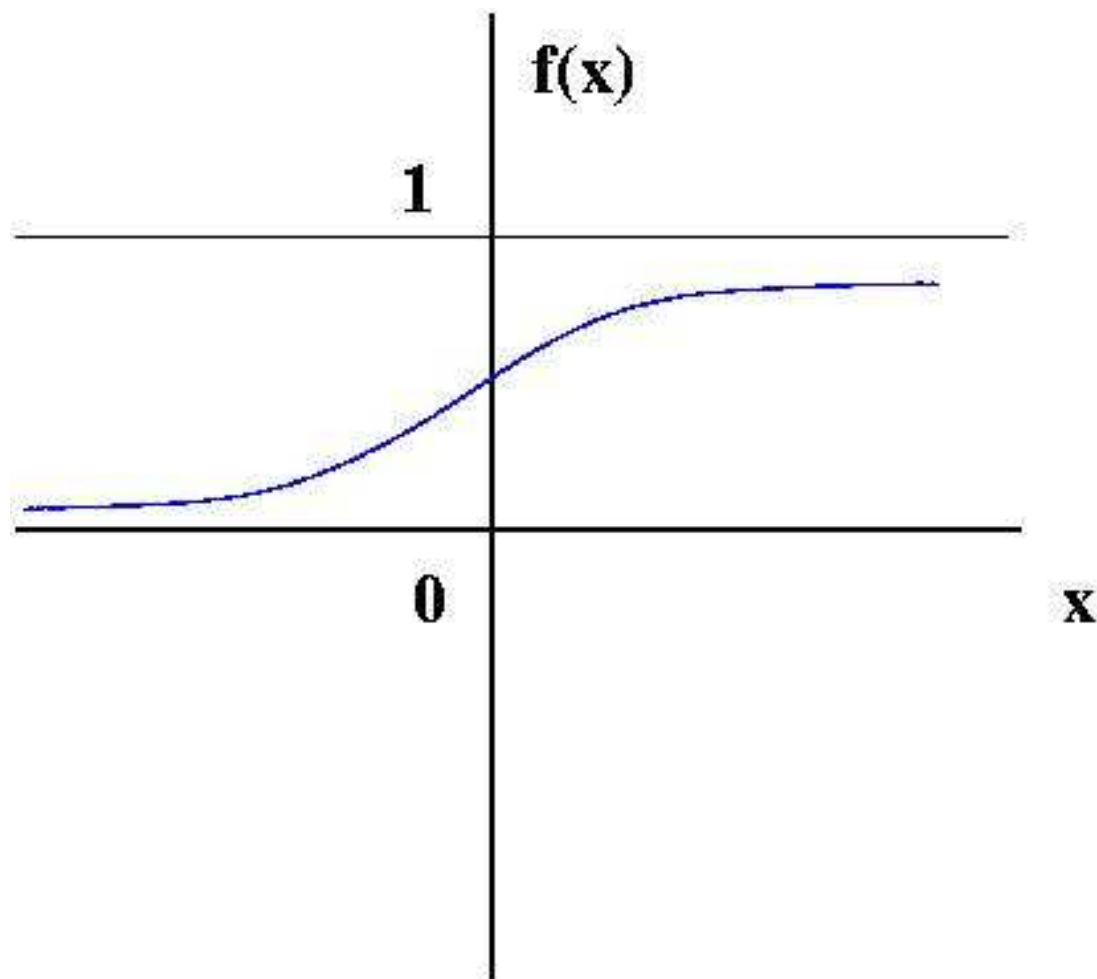
$$\xi_j = \sum_{i \in j_{\leftarrow}} w_{ji} y_i$$

- Vnitřní funkce perceptronu

$$y_j = \sigma(\xi_j)$$

$$\sigma_j(\xi) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda_j \xi}}$$

Vnitřní funkce – logistická sigmoida



Backpropagation – „zpětné šíření“

- Celková chyba sítě

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p \sum_{j \in Y} (y_j(w, x_k) - d_{kj})$$

Backpropagation – „zpětné šíření“

- Celková chyba sítě

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p \sum_{j \in Y} (y_j(w, x_k) - d_{kj})$$

- Diskrétní minimalizace

$$w_{ji}^{(t)} = w_{ji}^{(t-1)} + \Delta w_{ji}^{(t)}$$

Backpropagation – „zpětné šíření“

- Celková chyba sítě

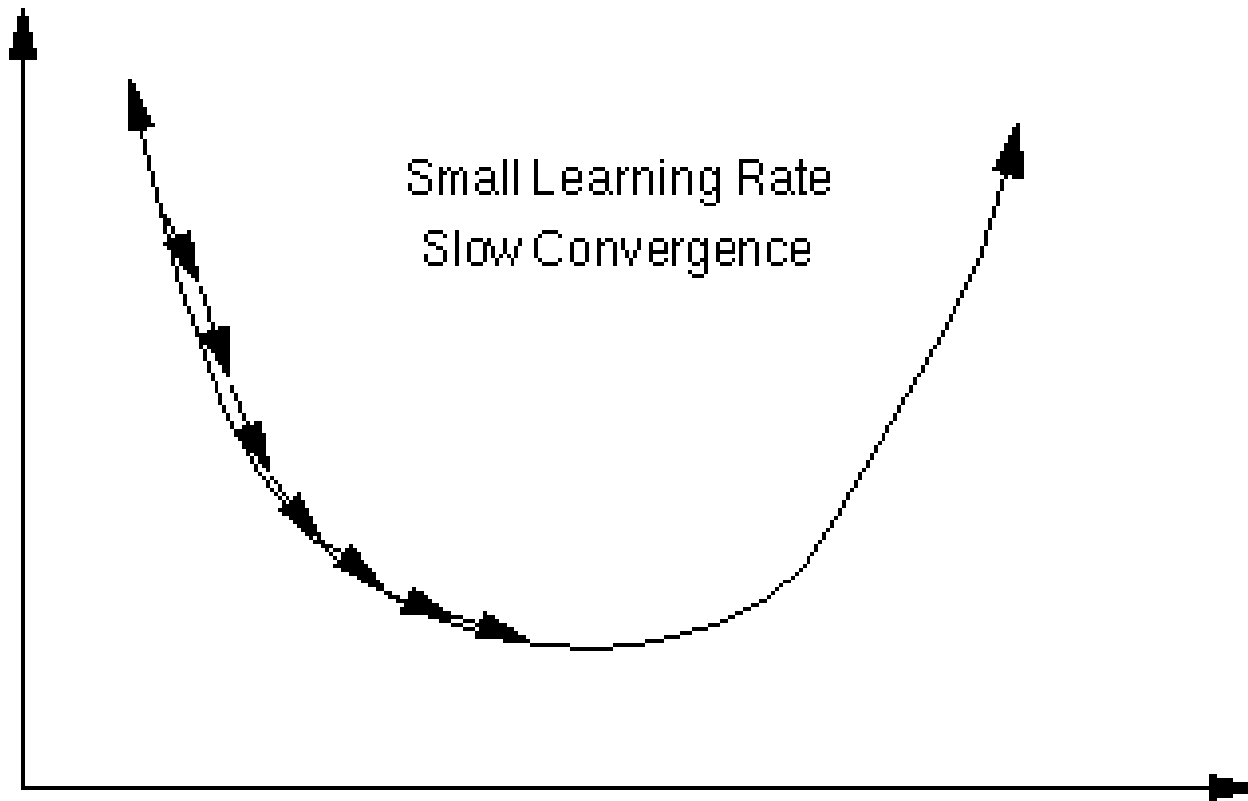
$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p \sum_{j \in Y} (y_j(w, x_k) - d_{kj})^2$$

- Diskrétní minimalizace

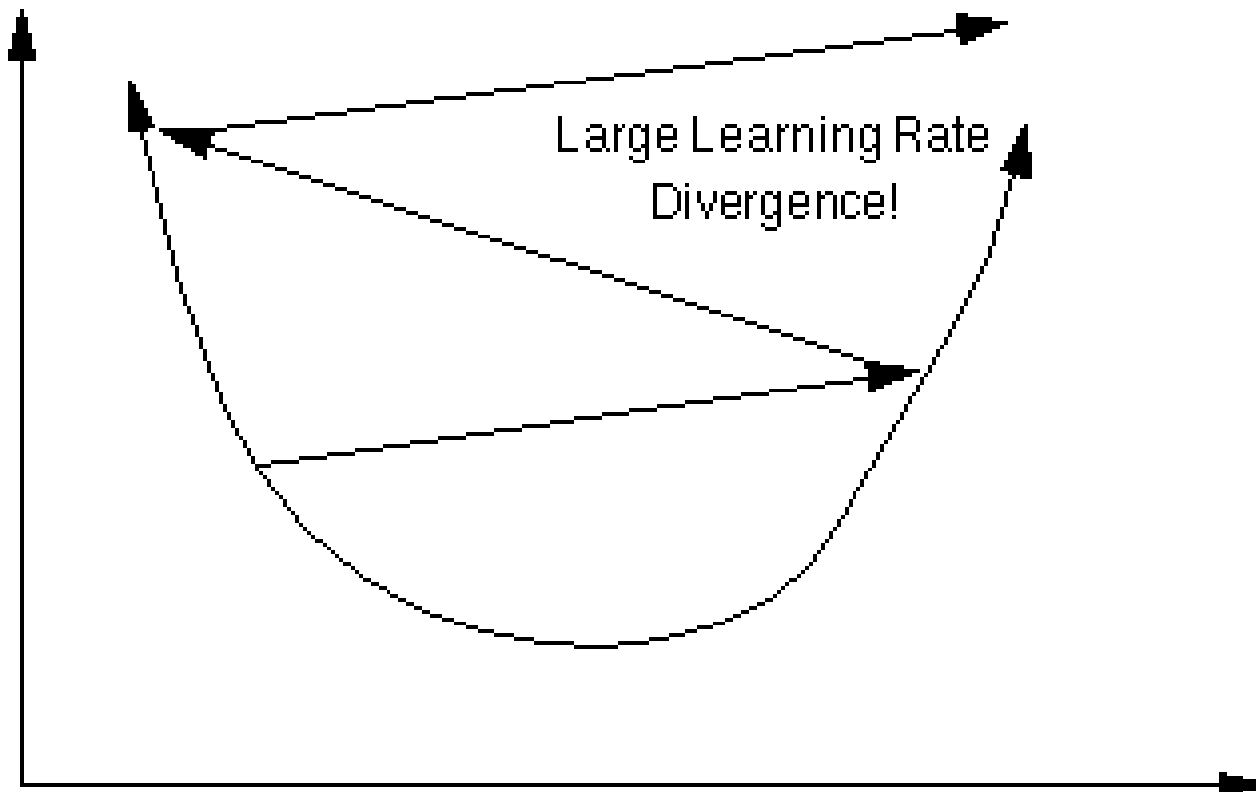
$$w_{ji}^{(t)} = w_{ji}^{(t-1)} + \Delta w_{ji}^{(t)}$$

$$\Delta w_{ji}^{(t)} = -\varepsilon \frac{\partial E}{\partial w_{ji}}(w^{(t-1)})$$

Rychlost učení – eps



Rychlost učení – eps



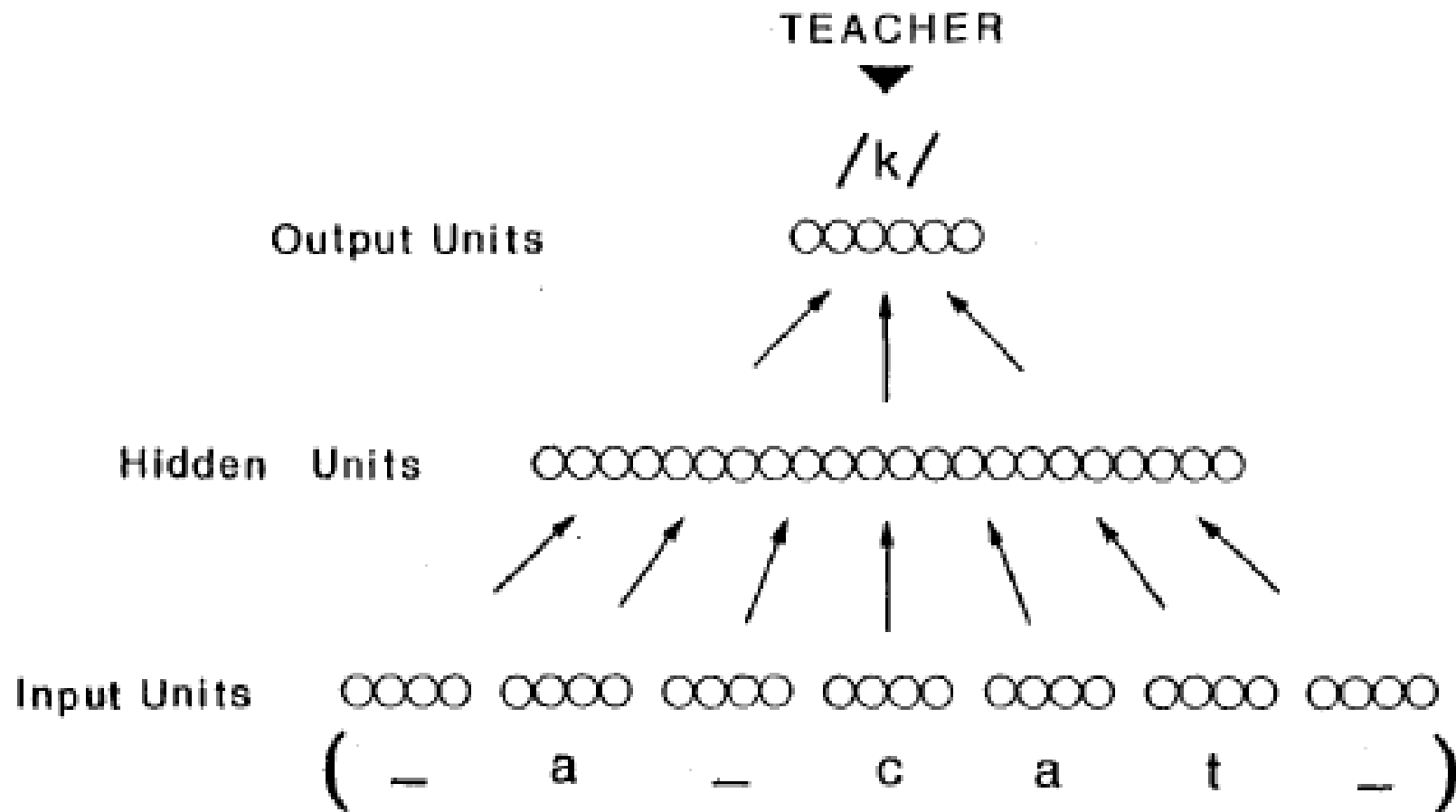
Perceptronová síť NETtalk

- Převod psaného textu na zvukový signál (čtení)
- Autoři – Terrence Sejnowski, Charles Rosenberg

Perceptronová síť NETtalk

- Převod psaného textu na zvukový signál (čtení)
- Autoři – Terrence Sejnowski, Charles Rosenberg
- 7 x 29 vstupů
80 neuronů ve skryté vrstvě
26 výstupních

Perceptronová síť NETtalk



Hopfieldova síť

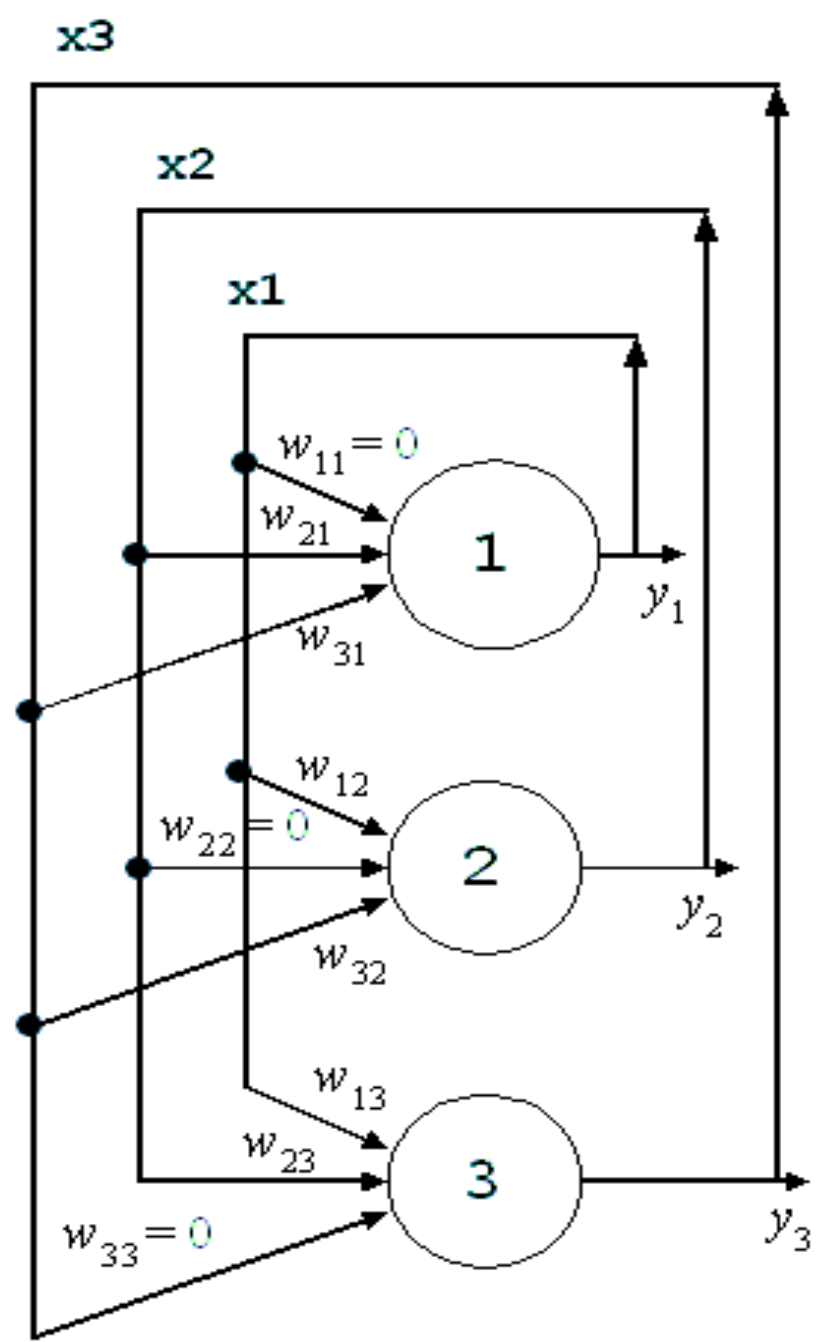
- Architektura – úplný graf

Hopfieldova síť

- Architektura – úplný graf
- Analogie s fyzikálními strukturami

Hopfieldova síť

- Architektura – úplný graf
- Analogie s fyzikálními strukturami
- Důležitá funkce – autoasociativita



Hopfieldova síť

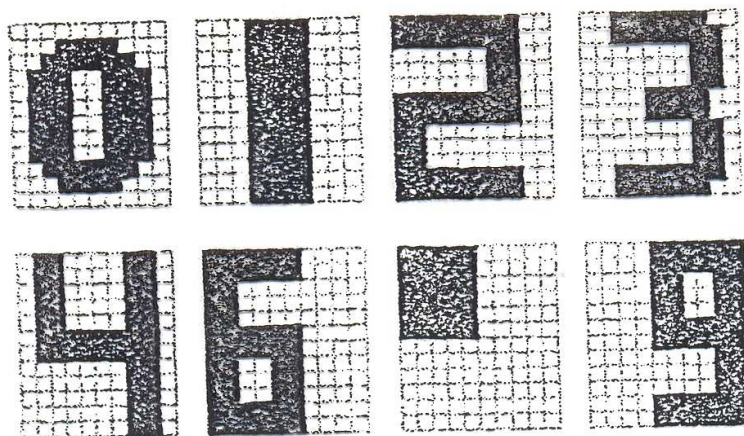
- Architektura – úplný graf
- Analogie s fyzikálními strukturami
- Důležitá funkce – autoasociativita
- Rozdíl adaptace oproti síti perceptronů

Hopfieldova síť

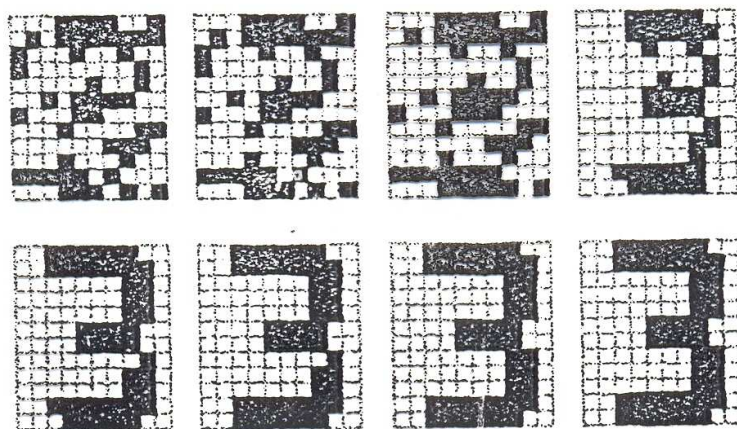
- Architektura – úplný graf
- Analogie s fyzikálními strukturami
- Důležitá funkce – autoasociativita
- Rozdíl adaptace oproti síti perceptronů
- „Energetická funkce“

$$E(y) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ji} y_j y_i$$

Hopfieldova síť – příklad využití autoasociativity



Trénovací vzory pro Hopfieldovu síť (12 x 10)



Jednotlivé fáze při vybavování vzorů

Učení bez učitele (Unsupervised learning)

Učení bez učitele (Unsupervised learning)

- Samoorganizace (Kohonenovo učení)

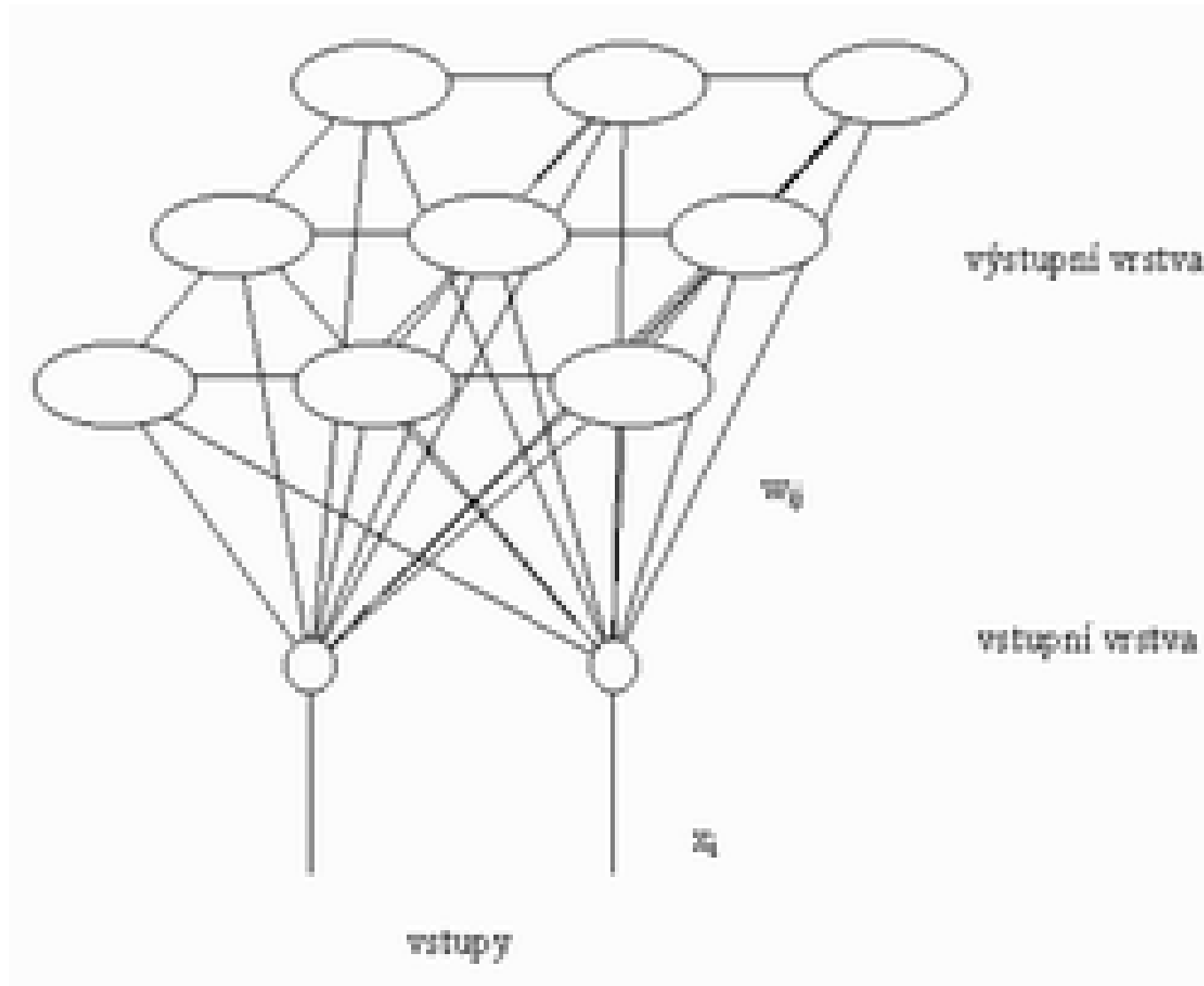
Učení bez učitele (Unsupervised learning)

- Samoorganizace (Kohonenovo učení)
- Vektorová kvantizace (LVQ)

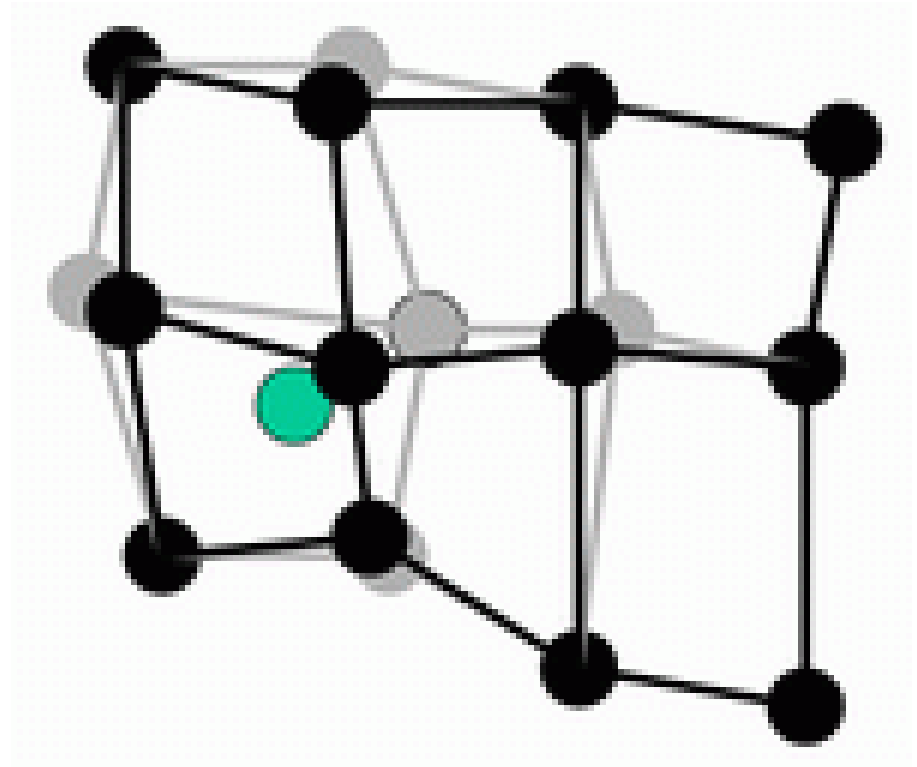
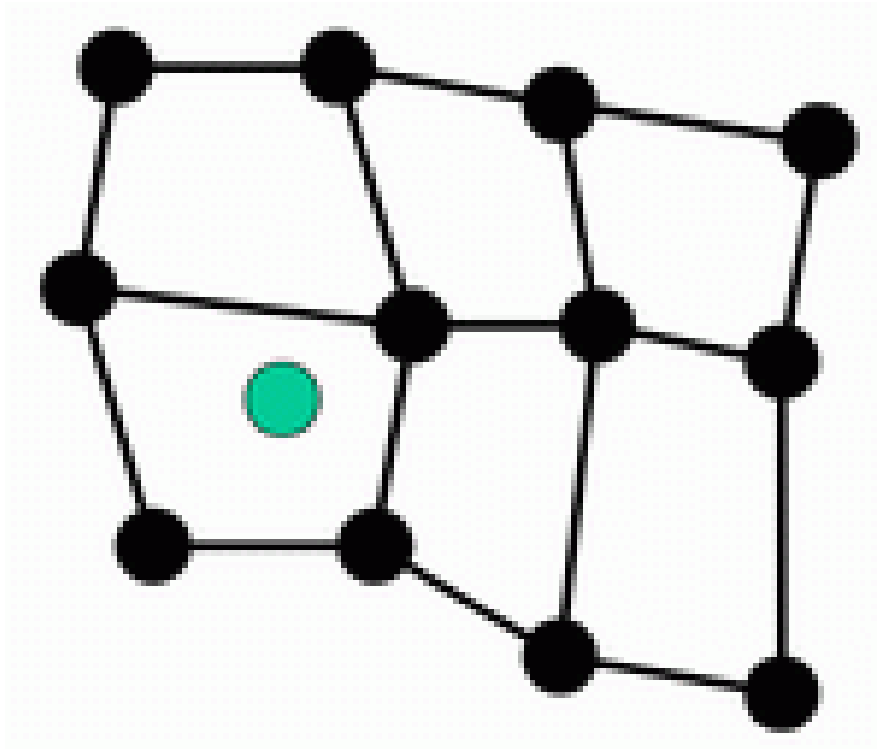
Učení bez učitele (Unsupervised learning)

- Samoorganizace (Kohonenovo učení)
- Vektorová kvantizace (LVQ)
- Inhibice

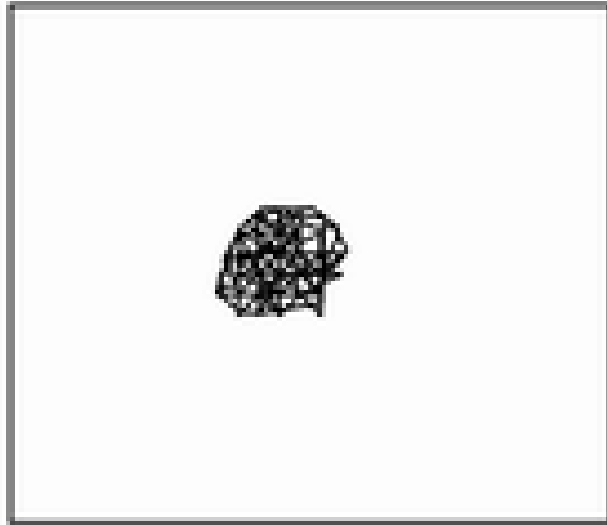
Kohonenova samoorganizační mapa



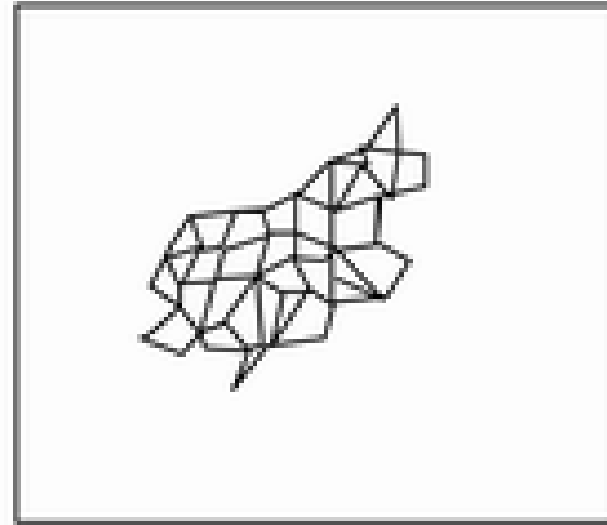
Kohonenova samoorganizační mapa



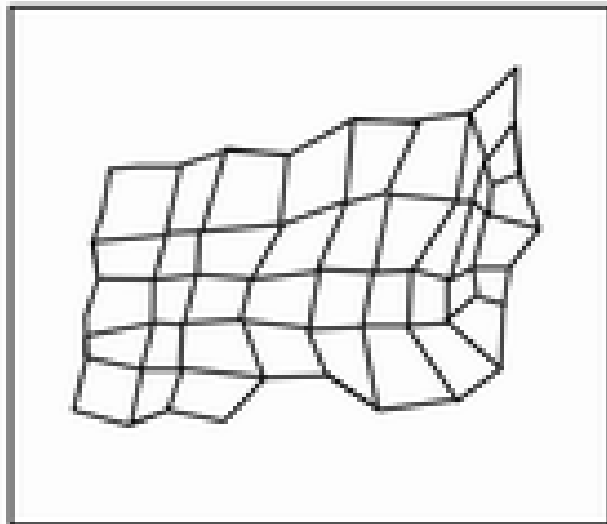
Kohonenova samoorganizační mapa



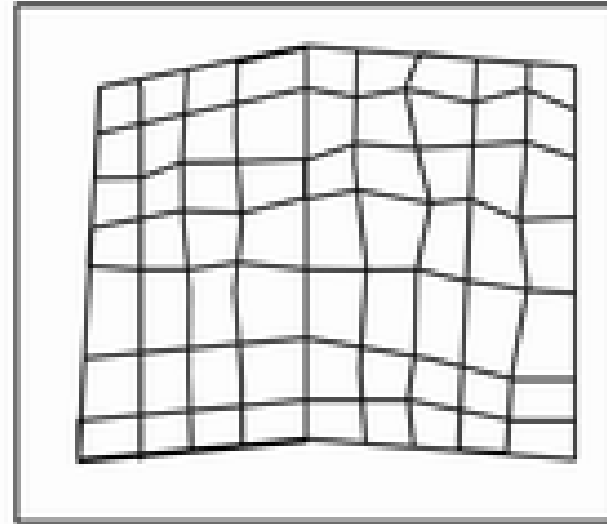
$t=0$



$t=25$



$t=500$



$t=10\,000$

Myšlenka genetických algoritmů

?