

# Lekcja 6: Sieci Hofielda

S. Hoa Nguyen

## 1 Materiał

### Sieci Hopfielda (Pamięć auto-asosjacyjna)

#### Charakterystyka sieci:

- a) Sieć rekurencyjna, jednowarstwowa
- b) Sygnały wejściowe/ wyjściowe:  $\{1, -1\}$
- c) Funkcja aktywacji :  $y_{t+1}(net) = \begin{cases} 1 & net > \theta \\ y_t(net) & net = \theta \\ -1 & net < \theta \end{cases}$

#### Algorytm uczenia

- a) inicjalizacja wag sieci na 0,
- b) pobranie przykładu uczącego  $x^p$ ,
- c) korygowanie wag wszystkich neuronów:  $w_{ij} = w_{ij} + x_i^p x_j^p$  dla  $i \neq j$
- d) powtórzenie kroków 2-4 dla wszystkich przykładów uczących.

#### Reguła korekty wag - postać macierzowa (Reguła Hebb'a)

$$W = [w_{ij} = \sum_{p=1}^p x_p x_p^T - pI]$$

### Sieci BAM (Bidirectional Associative Memory)(Pamięć asosjacyjna)

#### Charakterystyka sieci:

- a) Sieć rekurencyjna, dwu-warstwowa
- b) Sygnały wejściowe/ wyjściowe:  $\{1, -1\}$
- c) Funkcja aktywacji :  $y_{t+1}(net) = \begin{cases} 1 & net > \theta \\ y_t(net) & net = \theta \\ -1 & net < \theta \end{cases}$

#### Algorytm uczenia

- a) inicjalizacja wag sieci,
- b) pobranie przykładu uczącego:  $(a^p, b^p)$ ,
- c) korygowanie wag wszystkich neuronów:  $w_{ij} = w_{ij} + a_i^p b_j^p$
- d) powtórzenie kroków 2-4 dla wszystkich przykładów uczących.

**Reguła korekty wag - postać macierzowa**

$$W = [w_{ij} = \sum_{p=1}^P a_p b_p^T]$$

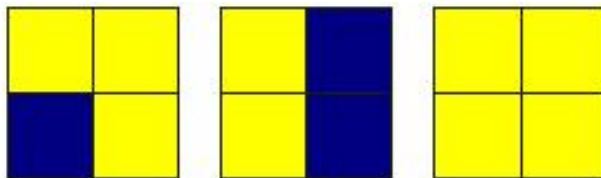
## 2 Zadania podstawowe

**Zadanie 1** Zaprojektować sieć Hopfielda do zapamiętania następujących wzorców  $\{(1, 1, 1), (-1, -1, -1)\}$

- Wyznaczyć wagi neuronów używając reguły uczenia Hebb'a
- Zakładamy, że próg  $\theta = 0$ , sprawdzić, czy sieć zapamięta dobrze wzorce treningowe?. Rozpatrywać dwa tryby odwarzania: synchroniczna i asynchroniczna

**Zadanie 2 (Implementacja sieci Hofielda)** Zaprojektować sieć Hopfielda, która zapamięta poniższe trzy wzorców monochromatyczne.

- Podać charakterystyki neuronów w warstwie wyjściowej sieci
- Podać przyjętą reprezentację wymienionych wzorców
- Wyznaczyć wagi neuronów sieci, zakładając, że początkowe wagi mają wartość 0, próg  $\theta = 0$
- Sprawdzić, jakie obrazy w rzeczywistości pamiętane są przez zaprojektowaną sieć
- Czy sieć pamięta również wzorce, których nie chcieliśmy zapamiętać? Jak można to wytłumaczyć?



Rysunek 1: Sieć neuronowa do zadania 3

**Zadanie 3 (Implementacja sieci BAM)** Zaprojektować i zaimplementować sieć BAM (Kosko), która pamięta pary przedstawione poniżej. Eksperymentalnie sprawdzić ile (procentowo) obrazu można "zaszumić" zachowując wciąż dobre wyniki asocjacji.

