

## Дисципліна «Методи глибинного навчання»

### Лабораторна робота №1

**Тема:** «Розробка програмного забезпечення для реалізації двошарового персептрону з сигмоїдальною функцією активації»

**Теоретичні відомості:** лекції №1-4.

**Література:** навч. посібник «Штучні нейронні мережі» Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. – стор. 25-34, 61-66, 83-100.

Виконання лабораторної роботи розділяється на три частини.

#### Частина 1

**Завдання:** розробити програмне забезпечення для реалізації класичного нейрону (мову програмування студент обирає самостійно). Передбачити режим навчання класичного нейрону на одному навчальному прикладі та режим розпізнавання.

Навчання класичного нейрону:

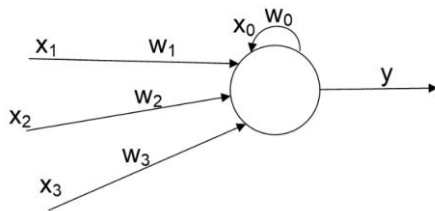


Схема алгоритму навчання класичного нейрону:

i=0

навчальний приклад  $X_0, X_1, X_2, X_3 \rightarrow Y_r$  допустима похибка - dd  
вагові коефіцієнти –  $w_0, w_1, w_2, w_3$

i=1

A:

$$x_s(i) = \sum_{n=0}^N (x_n w_n(i-1))$$

$$y(i) = 1 / (1 + \exp(-x_s(i)))$$

$$dn(i) = \text{Abs}((Y_r - y(i)) / Y_r)$$

if  $dn(i) \leq dd$  then {echo ( $w_0, w_1, w_2, w_3$ )) stop} else

$$q(i) = y(i) * (1 - y(i)) * (Y_r - y(i))$$

$$dw_0(i) = x_0 * q(i)$$

$$w_0(i) = w_0(i-1) + dw_0(i)$$

....

=i+1 goto A

- Провести навчання елементарного класичного нейрону.

Початкові умови ( $i=0$ ):

- Навчальний приклад

| $x_0$ | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_r$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 3     | 5     | 7     | 0,3   |

- вагові коефіцієнти ініціалізовані випадково

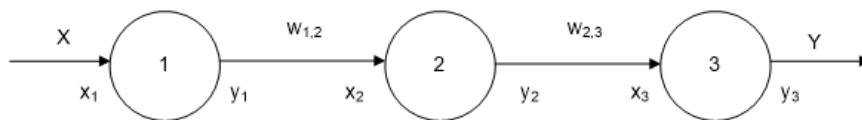
- допустима помилка  $dd=0,1$

- Передбачити режим розпізнавання нейроном вхідного образу.
- Оформити звіт, в якому відобразити:
  - Постановку завдання.
  - Короткі теоретичні відомості.
  - Код програми із коментарями.
  - Результати роботи програми (на кожній ітерації навчання відобразити  $y(i)$  та  $dn(i)$ ).
  - Висновки.

## Частина 2

**Завдання:** розробити програмне забезпечення для реалізації елементарного двошарового персептрону із структурою 1-1-1. Передбачити режим навчання на одному навчальному прикладі та режим розпізнавання.

Деталізована схема алгоритму зворотнього розповсюдження помилки (для елементарного двошарового персептрону із структурою 1-1-1)



$i=0$

навчальний приклад  $X \rightarrow Y_r$  допустима похибка -  $dd$

вагові коефіцієнти –  $w_{1,2}(i)$   $w_{2,3}(i)$

$i=1$

A:

$$x_{2,s}(i) = w_{1,2}(i-1) * x_1 \quad y_2(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{2,s}(i)))$$

$$x_{3,s}(i) = w_{2,3}(i-1) * x_2 \quad y_3(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{3,s}(i)))$$

$$dn(i) = \text{Abs}((Y_r - y_3(i)) / Y_r)$$

if  $dn(i) \leq dd$  then {echo( $w_{1,2}(i-1)$ ,  $w_{2,3}(i-1)$ ) stop} else

$$q_3(i) = y_3(i) * (1 - y_3(i)) * (Y_r - y_3(i)) \quad \Delta w_{2,3}(i) = q_3(i) * x_2(i)$$

$$q_2(i) = y_2(i) * (1 - y_2(i)) * (q_3(i) * w_{2,3}(i-1)) \quad \Delta w_{1,2}(i) = q_2(i) * x_1$$

$$w_{2,3}(i) = w_{2,3}(i-1) + \Delta w_{2,3}(i) \quad w_{1,2}(i) = w_{1,2}(i-1) + \Delta w_{1,2}(i)$$

$i=i+1$  goto A

Оформити звіт, в якому відобразити:

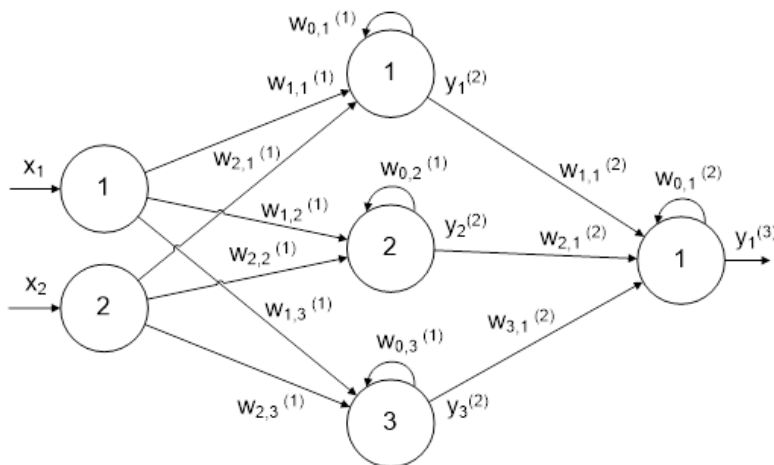
- Постановку завдання.
- Короткі теоретичні відомості.
- Код програми із коментарями.
- Результати роботи програми (на кожній ітерації навчання відобразити  $y(i)$  та  $dn(i)$ ).
- Висновки.

### Частина 3

**Завдання:** розробити програмне забезпечення для реалізації двошарового перцептрону із структурою 2-3-1. Передбачити режим навчання «ON-LINE» та режим розпізнавання.

Піддослідна функція  $x_1 + x_2 = y$

Навчання двошарового перцептрону:



$i=0$

навчальний приклад -  $(x_1, x_2) \rightarrow Y_r$  допустима похибка -  $dd$

вагові коефіцієнти -  $w_{0,1}^{(1)}(i), w_{1,1}^{(1)}(i), w_{2,1}^{(1)}(i), \dots$

$w_{0,1}^{(2)}(i), w_{1,1}^{(2)}(i), w_{2,1}^{(2)}(i), w_{3,1}^{(2)}(i)$

$i=1$

А:

$$x_{1,s}^{(1)}(i) = w_{0,1}^{(1)}(i-1) * x_0 + w_{1,1}^{(1)}(i-1) * x_1 + w_{2,1}^{(1)}(i-1) * x_2 \quad y_1^{(2)}(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{1,s}^{(1)}(i)))$$

$$x_{2,s}^{(1)}(i) = w_{0,2}^{(1)}(i-1) * x_0 + w_{1,2}^{(1)}(i-1) * x_1 + w_{2,2}^{(1)}(i-1) * x_2 \quad y_2^{(2)}(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{2,s}^{(1)}(i)))$$

$$x_{3,s}^{(1)}(i) = w_{0,3}^{(1)}(i-1) * x_0 + w_{1,3}^{(1)}(i-1) * x_1 + w_{2,3}^{(1)}(i-1) * x_2 \quad y_3^{(2)}(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{3,s}^{(1)}(i)))$$

$$x_{1,s}^{(2)}(i) = w_{0,1}^{(2)}(i-1) * x_0 + w_{1,1}^{(2)}(i-1) * y_1^{(2)}(i) + w_{2,1}^{(2)}(i-1) * y_2^{(2)}(i) + w_{3,1}^{(2)}(i-1) * y_3^{(2)}(i)$$

$$y_1^{(3)}(i) = 1 / (1 + \exp(-x_{1,s}^{(2)}(i)))$$

$$dn(i) = \text{Abs}((Y_r - y_1^{(3)}(i)) / Y_r)$$

if  $dn(i) \leq dd$  then { echo( $w_{0,1}^{(1)}(i), \dots w_{3,1}^{(2)}(i)$ ) stop } else

$$q_1^{(3)}(i) = y_1^{(3)}(i) * (1 - y_1^{(3)}(i)) * (Y_r - y_1^{(3)}(i))$$

$$b_{0,1}^{(2)}(i) = q_1^{(3)}(i) * x_0 \quad b_{1,1}^{(2)}(i) = q_1^{(3)}(i) * y_1^{(2)}(i)$$

$$b_{2,1}^{(2)}(i) = q_1^{(3)}(i) * y_2^{(2)}(i) \quad b_{3,1}^{(2)}(i) = q_1^{(3)}(i) * y_3^{(2)}(i)$$

$$w_{0,1}^{(2)}(i) = w_{0,1}^{(2)}(i-1) + b_{0,1}^{(2)}(i) \quad w_{1,1}^{(2)}(i) = w_{1,1}^{(2)}(i-1) + b_{1,1}^{(2)}(i)$$

$$w_{2,1}^{(2)}(i) = w_{2,1}^{(2)}(i-1) + b_{2,1}^{(2)}(i) \quad w_{3,1}^{(2)}(i) = w_{3,1}^{(2)}(i-1) + b_{3,1}^{(2)}(i)$$

//розрахунок помилки 1-го нейрону СШН, корегування ваг 1-го нейрону СШН

$$q_1^{(2)}(i) = y_1^{(2)}(i) * (1 - y_1^{(2)}(i)) * (q_1^{(3)}(i) * w_{1,1}^{(2)}(i-1))$$

$$b_{0,1}^{(1)}(i) = q_1^{(2)}(i) * x_0 \quad b_{1,1}^{(1)}(i) = q_1^{(2)}(i) * x_1 \quad b_{2,1}^{(1)}(i) = q_1^{(2)}(i) * x_2$$

$$w_{0,1}^{(1)}(i) = w_{0,1}^{(1)}(i-1) + b_{0,1}^{(1)}(i) \quad w_{1,1}^{(1)}(i) = w_{1,1}^{(1)}(i-1) + b_{1,1}^{(1)}(i) \quad w_{2,1}^{(1)}(i) = w_{2,1}^{(1)}(i-1) + b_{2,1}^{(1)}(i)$$

.....

i=i+1 goto A

Оформити звіт, в якому відобразити:

- Постановку завдання.
- Короткі теоретичні відомості.
- Код програми із коментарями.
- Результати роботи програми (на кожній ітерації навчання відобразити  $y(i)$  та  $dn(i)$ ).
- Висновки.