

## Лабораторна робота №2

Тема: «Нейронна реалізація логічних функцій AND, OR, XOR».

Мета: Дослідити математичну модель нейрона.

Час виконання: 2 години.

Навчальні питання: 1). Нейрони для реалізації функцій AND, OR; 2). Проблема XOR. Нейрон для реалізації функції XOR;

Хід роботи:

**Завдання №1:** Реалізувати обчислювальний алгоритм для функції xor(x1, x2) через функції or(x1, x2) і and(x1, x2) в програмному середовищі (C++, Python, та ін.). Для реалізації обчислювальних алгоритмів рекомендується використання онлайн середовищ тестування (наприклад repl.it, trinket, і.т.д.).

Результат:

```
def f(v):
    return 1 if v > 0 else 0
def OR(x1, x2):
    return f(x1 + x2 - 0.5)
def AND(x1, x2):
    return f(x1 + x2 - 1.5)
def XOR(x1, x2):
    y1 = OR(x1, x2)
    y2 = AND(x1, x2)
    return f(y1 - y2 - 0.5)
print("x1 x2 | OR AND XOR")
print("-----")
for x1 in [0, 1]:
    for x2 in [0, 1]:
        print(f"\t{x1} {x2} | {OR(x1, x2)} {AND(x1, x2)} {XOR(x1, x2)}")
```

The screenshot shows a Python code editor with the following code:

```
def f(v):
    return 1 if v > 0 else 0
def OR(x1, x2):
    return f(x1 + x2 - 0.5)
def AND(x1, x2):
    return f(x1 + x2 - 1.5)
def XOR(x1, x2):
    y1 = OR(x1, x2)
    y2 = AND(x1, x2)
    return f(y1 - y2 - 0.5)
print("x1 x2 | OR AND XOR")
print("-----")
for x1 in [0, 1]:
    for x2 in [0, 1]:
        print(f"\t{x1} {x2} | {OR(x1, x2)} {AND(x1, x2)} {XOR(x1, x2)}")
```

To the right of the code, there is a truth table generated by the code:

x1	x2	OR	AND	XOR
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Вещиков О.М.		
Перевір.		Маєвський О.В		
Керівник				
Н. контр.				
Затверд.				

ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА. 24. 121.8.000 – Пр. 1

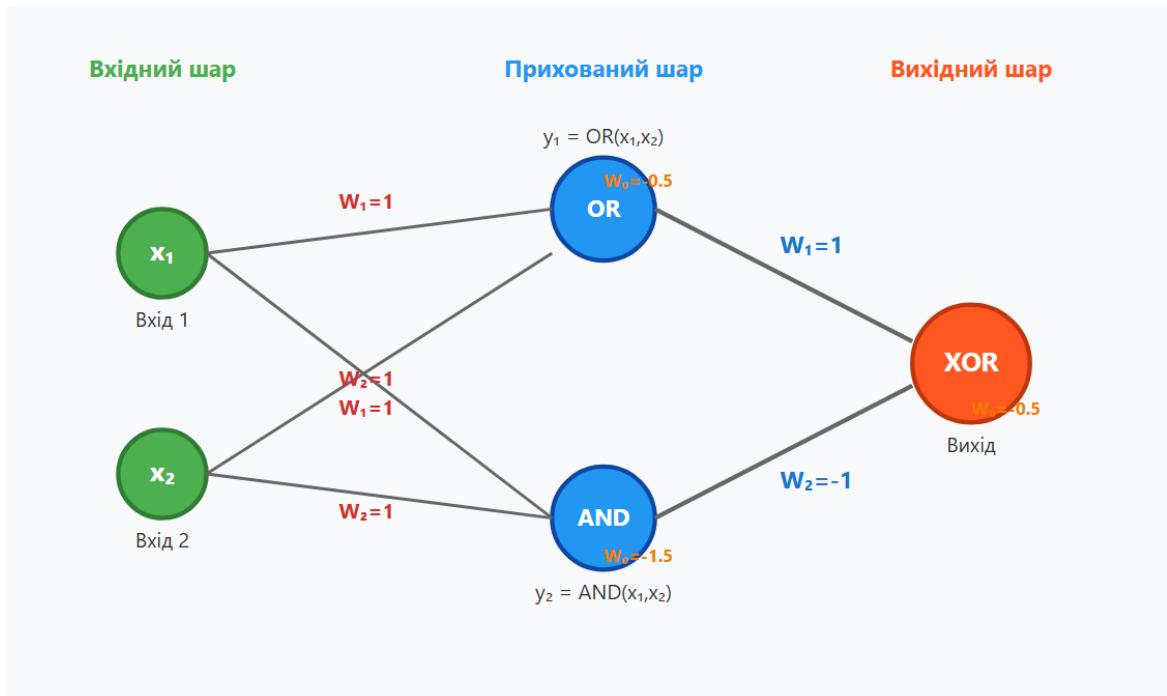
Звіт з  
лабораторної роботи

Літ.	Арк.	Аркушів
	1	9
ФІКТ, гр. ІПЗ-22-2		

Входи		Приховані шари		Вихід
$x_1$	$x_2$	$y_1$ (OR)	$y_2$ (AND)	XOR
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	0

**Завдання №2:** Зобразити двохслойний персепtron для функції  $\text{xor}(x_1, x_2)$  та скласти відповідне рівняння розділяючої прямої, використовуючи теоретичний матеріал даної лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи передбачає виконання практичних завдань поставлених в роботі, та виконання завдань теоретичного характеру.

## Результат виконання:



Перший шар (приховані нейрони):

- OR:

$$y1 = f(x1 + x2 - 0.5)$$

- AND:

$$y_2 = f(x_1 + x_2 - 1.5)$$

Другий шар (вихідний нейрон):

$$y = f(y_1 - y_2 - 0.5)$$

де  $f(z)$  - функція активації з методички (ступінчасти).

Рівняння розділяючої прямої

Для вихідного нейрона:

$$y_1 - y_2 - 0.5 = 0 \Rightarrow y_1 - y_2 = 0.5$$

Якщо  $y_1 - y_2 > 0.5$ , то XOR = 1.

Якщо  $y_1 - y_2 < 0.5$ , то XOR = 0.

Ця пряма відділяє класи у просторі  $(y_1, y_2)$ .

**Висновок:** у ході виконання лабораторної роботи було досліджено математичну модель нейрона як лінійного класифікатора. Реалізовано обчислювальні алгоритми для логічних функцій **AND** та **OR**, які є лінійно відокремлюваними та можуть бути побудовані одним персептроном. Розглянуто проблему реалізації функції **XOR**, яка не є лінійно відокремлюваною і не може бути реалізована одним нейроном. Для розв'язання задачі було побудовано двошаровий персепtron, де перший шар формує виходи для OR та AND, а другий шар здійснює їх комбінацію. Складено рівняння розділяючої прямої у просторі що дозволяє правильно класифікувати значення функції XOR. Отримані результати підтверджують важливість багатошарових нейронних мереж для розв'язання задач, які не піддаються лінійному розділенню.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.24.121.8.000 – Пр.1	Арк.
						3