

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
Навчально-наукового інституту атомної і теплової енергетики  
Кафедра інженерії програмного забезпечення в енергетиці

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №2**  
**з дисципліни**

**«МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ**  
**ПРОГРАМ»**

**Тема: «Розпізнавання образів за допомогою штучних нейронних мереж»**

**Мета:** Ознайомитися з методами розпізнавання образів за допомогою штучних нейронних мереж, побудувати, навчити та протестувати нейронну мережу для розпізнавання букв.

## Теоретичні відомості

Штучні нейронні мережі, що використовуються для розпізнавання образів та зображень, моделюють роботу біологічних систем зору.

Розглянемо принципи роботи таких нейронних мереж. На рисунку 1 потоки інформації йдуть зверху донизу. *Сенсорні нейрони*, зображені як очні яблука у верхньому шарі, одержують сигнали із зовнішнього світу й кодують їх зручну для читання в рамках даної системи форму. У біологічних нейронних мережах (людському мозку) це означає перетворення сигналу в електричні імпульси, у штучних нейронних мережах, які моделюють мозок, – оцифровку сигналу. Кодовані в такий спосіб сигнали передаються нейронам у наступний шар, розташований нижче. *Ефекторні нейрони*, зображені як зірочки в нижньому шарі, посилають свої сигнали «пристроєм виведення даних» (для біологічних нейронів це звичайно м'язи, для штучних – комп'ютерний термінал, за допомогою якого із пристроєм взаємодіє користувач). Посередині перебувають нейрони, які напряду не зв'язані із зовнішнім світом (зображені кубами) – вони не одержують із нього інформацію й ніяк на нього не впливають. Вони взаємодіють тільки з іншими нейронами, це і є *приховані шари*.

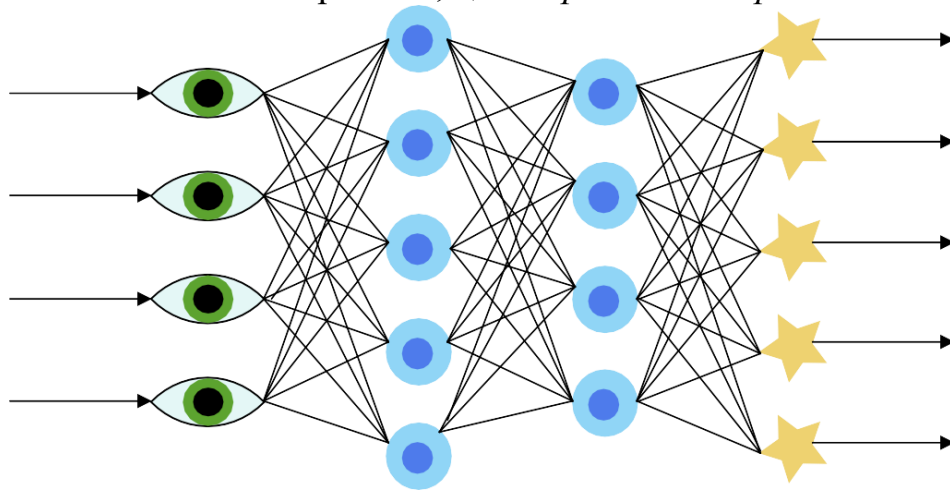


Рисунок 1. Приклад структури нейромережі для розпізнавання образів

У перших штучних нейронних мережах ніяких прихованих шарів небуло, і вихідні дані були відносно простою функцією вхідних даних. Такі двошарові «перцептрони» (від лат. *perceptio* – «сприйняття», математична й комп'ютерна модель сприйняття інформації мозком), що діють винятково на «вхід-вихід», були вкрай обмежені у своїх можливостях. Наприклад, неможливо сконструювати перцептрон, що, зіштовхнувшись із декількома чорними колами на білому тлі, був би в стані порахувати кількість цих кіл. Лише в

1980-ті, через багато років після перших робіт у цій області, вчені зрозуміли, що включення хоча б одного або двох прихованих шарів різноч розширює можливості штучних нейронних мереж.

В 1981 році Девід Г'юбел і Торстен Візел одержали Нобелівську премію по фізіології й медицині за те, що відкрили механізм дії нейронів у зоровій зоні кори головного мозку. Вони показали, що в прихованих нейронних шарах послідовно витягаються найбільш інформативні властивості візуальних сигналів (наприклад, різкі зміни яскравості або кольорів, що свідчать про границі об'єкта), а потім складають їх у єдине ціле (безпосередньо в об'єкти).

По людських мірках, зір роботів на сьогоднішній день ще залишається досить примітивним. Г'юбел і Візел показали архітектурне рішення, що використовувала Природа, – це архітектура прихованих нейронних шарів. Кожний нейрон у прихованому шарі має матрицю порівняння, що активізується й посиляє сигнали в наступний шар, тільки коли інформація, що надходить із попереднього шару, відповідає (з деякою точністю) цій матриці.

У розмові про приховані шари важливо розуміти різницю між простою констатацією ефективності й сили хорошої мережі й складною проблемою того, як таку мережу створити. Одна з найбільших невирішених проблем сучасної науки: як у нейронній мережі з'являються й вкладаються нові приховані шари.

Кількість прихованих шарів та кількість нейронів у кожному прихованому шарі в штучній нейронній мережі на сьогоднішній день підбирається практично випадковим чином, а потім емпіричним шляхом відбувається підбір вдалої архітектури мережі для рішення тієї чи іншої задачі. Як правило кількість нейронів в прихованих шарах беруть більшу, ніж кількість нейронів у вхідному шарі нейронної мережі.

Побудуємо нейронну мережу для розпізнавання літер зображених нарис. 2.

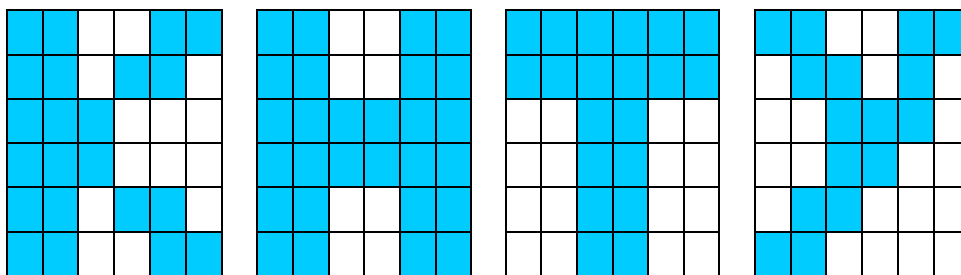


Рисунок 2

Кожній літері привласнимо певний код, який нейронна мережа повинна видати як вихідний вектор, при розпізнаванні відповідної літери. Коди літер:

К - 0 0

Н - 0 1

Т - 1 0

У - 1 1

Вхідним вектором нейронної мережі буде значення пікселів чорно-білого зображення літери 6х6, 0 – білий колір, 1 – чорний колір. Наприклад,літера Н:

```
1 1 0 0 1 1
1 1 0 0 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 0 0 1 1
1 1 0 0 1 1
```

Для роботи створимо файли з даними для навчання та тестування.

Файл для навчання test1.train буде містити наступні дані:

4 - чотири образи для навчання

36 - елементів у вхідному векторі (пікселі літери)

2 - елементи у вихідному векторі (дворозрядний код літери)

Зміст файлу test1.train:

4 36 2

```
1 1 0 0 1 1
1 1 0 1 1 0
1 1 1 0 0 0
1 1 1 1 0 0
1 1 0 1 1 0
1 1 0 0 1 1
0 0
```

```
1 1 0 0 1 1
1 1 0 0 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 0 0 1 1
1 1 0 0 1 1
0 1
```

```
1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
0 0 1 1 0 0
0 0 1 1 0 0
0 0 1 1 0 0
0 0 1 1 0 0
1 0
```

```
1 1 0 0 1 1
0 1 1 0 1 0
0 0 1 1 1 0
0 0 1 1 0 0
0 1 1 0 0 0
```

```

1 1 0 0 0 0
1 1

```

Файл для тестування test1.test буде містити ті ж самі данні, але дещо викривлені та без вихідних векторів, щоб перевірити здатність мережі до розпізнавання.

Зміст файлу test1.test:

```
4 36 2
```

```

0 1 0 0 1 1
1 1 0 1 1 0
1 1 1 0 0 0
1 1 1 1 0 0
1 1 0 1 1 0
1 1 0 0 1 1
0 0

```

```

1 0 0 0 1 1
1 1 0 0 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
1 1 0 0 1 1
1 0 0 0 1 0
0 0

```

```

1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
0 0 1 1 0 0
0 0 1 1 0 0
0 0 1 1 0 0
0 0 1 0 0 0
0 0

```

```

1 1 0 0 0 1
0 1 1 0 1 0
0 0 1 1 1 0
0 0 1 1 0 0
0 1 1 0 0 0
1 0 0 0 0 0
0 0

```

Як видно з наведених тестових даних, в перших двох літерах інвертовано декілька пікселів (один в літері К, та два в – Н). Так як формат файлу не дозволяє повністю прибрати вихідні вектори (програма видасть помилку) усі вихідні дані для всіх образів вказані рівними нулю.

Тепер створимо нейронну мережу, що будескладатися з трьох шарів:

1 шар - вхідний, 36 нейронів, по одному на піксель зображення.  
2 шар - прихований, 36 нейронів.

3 шар - вихідний, два нейрони, для отримання дворозрядного коду літери.

Створимо мережу виберемо параметри нейронів, такі як вид функції активації, алгоритму навчання, тощо.

Потім слід запустити процес навчання. Після процесу навчання можна перейти до тестування нейронної мережі.

### **Завдання:**

Побудувати нейронну мережу для розпізнавання образів вказаних у Вашому варіанті. Спробувати різну кількість нейронів у прихованому шарі, різну кількість прихованих шарів (без прихованого шару, з декількома прихованими шарами) та різні параметри нейронів (функція активації, алгоритм навчання, функція похибки тощо). Зробити висновки про вплив прихованих шарів та параметрів нейронів на якість розпізнавання образів. Навести хід роботи та скриншоти.

Варіант 1. Образи для розпізнавання - зображення чисел 1, 2, 3.

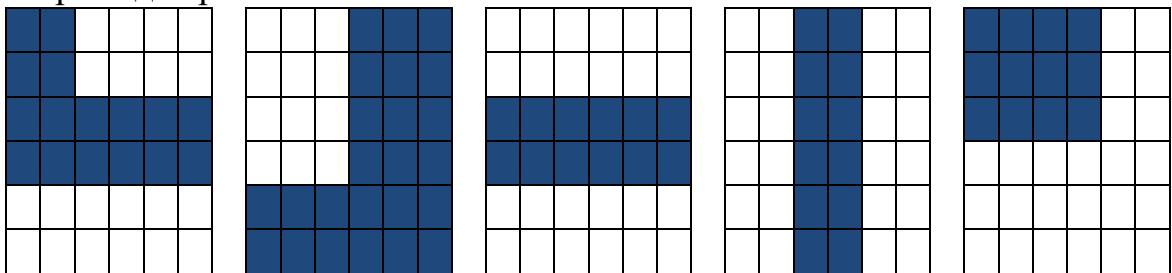
Варіант 2. Образи для розпізнавання - зображення кола, квадрата, ромба, трикутника, еліпса.

Варіант 3. Образи для розпізнавання - зображення літер у, х, z, и.

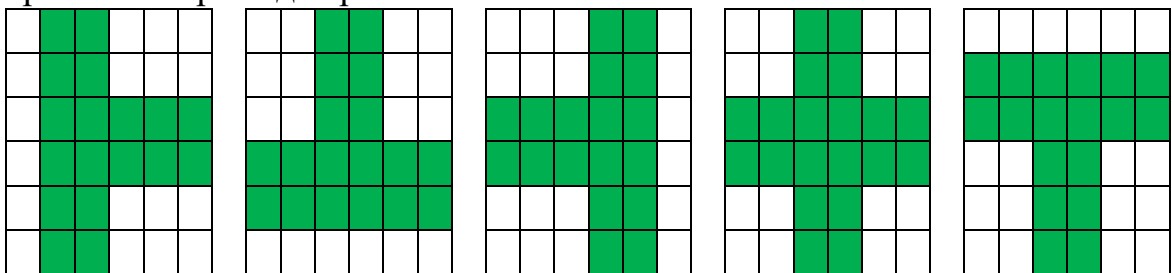
Варіант 4. Образи для розпізнавання - зображення вертикальної лінії, горизонтальної лінії, двох вертикальних ліній, двох горизонтальних ліній.

Варіант 5. Образи для розпізнавання - зображення літер а, б, с, д, е.

Варіант 6. Образи для розпізнавання:



Варіант 7. Образи для розпізнавання:



Перед захистом звіт з лабораторної роботи надсилається на пошту [pis2020@ukr.net](mailto:pis2020@ukr.net) Тема листа «Група\_Прізвище\_ЛР №» наприклад ТІ-01\_Петренко І.І.\_ЛР\_№1. Назва файлу «Група\_Прізвище\_ЛР №» наприклад ТІ-01\_Петренко І.І.\_ЛР\_№1

**Теоретичні питання будуть із Лекцій 1, 2, 3, 5.**

**Кінцевий термін захисту 03.04.2023**

### **Контрольні питання:**

1. Яку структуру має нейронна мережа для розпізнавання образів?
2. Що таке перцептрон?
3. Що таке шар нейронної мережі?
4. Що таке прихований шар нейронної мережі?
5. На що впливає кількість нейронів та шарів у штучній нейромережі?
6. Які типи нейронних мереж Ви знаєте?
7. Які види навчання нейронних мереж Ви знаєте?
8. Що таке навчання з підкріпленням?
9. Що таке класифікація?
10. Що таке кластеризація?

Професор кафедри ІПЗЕ

доктор технічних наук, доцент

Андрій МУСІЄНКО