

Лабораторна робота №_6

РЕАЛІЗАЦІЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ (Artificial Neural Networks)

Мета роботи:

Виявити дослідити та узагальнити особливості підготовки різних типів даних, синтезу, навчання та застосування штучних нейронних мереж (Artificial Neural Networks).

I. SKILLS, які прокачуємо.

1. Конструювання та навчання штучного нейрона.
2. Визначення параметрів, синтез структури, підготовка даних та навчання Artificial Neural Networks
3. Практичне застосування технологій Artificial Neural Networks для прогнозування зміни часових рядів.
4. Прикладне використання бібліотек: Numpy, Scikit-learn, Tensorflow, Keras.
5. R&D процеси для технологій Artificial Neural Networks.
6. Візуалізація та аналіз результатів розрахунків.
7. Верифікація розроблених скриптових реалізацій.

II. Корисні ресурси.

Матеріали Лекцій №11, 12 курсу «Вступ до технології Data Science»

Навчально-методичний комплекс дисципліни:

<https://drive.google.com/drive/folders/1UqgoeFhzKQQm5108CsFYEKvrxZkXuS9V?usp=sharing>
<https://classroom.google.com/c/NjE4NjE4OTEwMTcx?cjc=zlumu3r>

Література:

William McKinney Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython.

Plas J. Wander. Python Data Science.

Sebastian Raska, Vahid Mirjalili. Python and machine learning.

Plas J. Wander. Python Data Science.

Prateek Joshi Artificial Intelligence applications with Python.

Корисні ресурси / бібліотеки:

<https://www.kaggle.com/>

<https://github.com/PacktPublishing/Artificial-Intelligence-with-Python>

<https://scapy.net/>

<https://developers.google.com/optimization>

<https://www.tensorflow.org/>

<https://scikit-learn.org/stable/modules/sgd.html#regression>

<https://keras.io/>

<https://opencv.org/>

Machine Learning & Artificial Neural Networks in python:

Sebastian Raska, Vahid Mirjalili. Python and machine learning

<https://github.com/rasbt/python-machine-learning-book-3rd-edition>

<https://www.springerprofessional.de/en/applied-neural-networks-with-tensorflow-2/18638246>

Цікаві статті

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/09/introduction-to-artificial-neural-networks/>

<https://www.geeksforgeeks.org/artificial-neural-networks-and-its-applications/>

<https://www.geeksforgeeks.org/artificial-neural-network-in-tensorflow/>

<https://www.tensorflow.org/tutorials/quickstart/beginner>

<https://towardsdatascience.com/building-an-ann-with-tensorflow-ec9652a7ddd4>

<https://medium.com/analytics-vidhya/tensorflow-2-for-deeplearning-artificial-neural-networks-8ec72b36f493>

III. Завдання.

Розробити програмний скрипт мовою Python що реалізує обчислювальний алгоритм за технологіями штучних нейронних мереж (Artificial Neural Networks): підготовка даних; конструювання нейромережі; навчання штучної нейронної мережі; застосування нейромережі (класифікація / ідентифікація / прогнозування):

I рівень складності 7 балів.

Відповідно до технічних умов, табл.1 додатку.

II рівень складності 8 балів.

Відповідно до технічних умов, табл.2 додатку.

III рівень складності 9 балів за самостійним вибором напрямку:

1. Відповідно до технічних умов, табл.2 додатку, але в якості Data Set – обрати реальні дані у форматі числових / часових рядів, наприклад, як результат виконання лабораторних робіт із статистичного навчання (парсинг самостійно обраного сайту).
2. Класифікувати та ідентифікувати об'єкти в обраному відеопотоці з використанням технологій штучних нейронних мереж. Об'єкти, що підлягають ідентифікації та кокретику відеопотоку обрати самостійно, наприклад як вихідні дані лабораторної роботи із машинного навчання (обробка цифрових зображень).

Приклади реалізації завдань див. матеріали Лекцій №11, 12 курсу «Вступ до технології Data Science»

Рекомендовані ресурси для отримання Data Set масивів:

<https://www.kaggle.com/>
<https://data.gov.ua/en/dataset>
<https://data.worldbank.org/>
<https://careerfoundry.com/en/blog/data-analytics/where-to-find-free-datasets/>
<https://www.oschadbank.ua/rates-archive>
<https://www.ukrstat.gov.ua/>
<https://ua.usembassy.gov/uk/business-uk/economic-data-reports-ukraine-uk/>
<https://index.minfin.com.ua/ua/reference/coronavirus/geography/usa/>

VI. Порядок виконання завдання лабораторної роботи.

4.1. Обрати завдання на лабораторну роботу за рівнем складності та відповідно до вказаного варіанту технічного завдання.

4.2. Реалізувати етап вибору / розробки / синтезу математичної моделі за якими здійснюватимуться обробка даних програмного скрипта.

4.3. Реалізувати етап архітектурного проектування (структурна схема /або/ діаграма класів /або/ блок-схема алгоритму). Здійснити опис функціонування результатів архітектурного проектування.

4.4. Розробити програму, що втілює розроблений алгоритм.

4.5. Провести тестування та верифікацію роботи програми

4.6. Реалізувати дослідження, що вказані в меті лабораторної роботи та сформулювати висновки.

4.7. Оформити звіт з лабораторної роботи та своєчасно представити його викладачеві.

V. Структура звіту з лабораторної роботи (див. Додаток 2).

5.1. Титульний аркуш, що містить інформацію: номер, тема, навчальна дисципліна, виконавець роботи, роботу прийняв.

5.2. Мета і завдання лабораторної роботи.

5.3. Результати виконання лабораторної роботи:

5.3.1. Синтезована математична модель;

5.3.2. Результати архітектурного проектування та їх опис;

5.3.3. Опис структури проекту програми;

5.3.4. Результати роботи програми відповідно до завдання (допускається у формі скриншотів);

5.3.5. Програмний код, що забезпечує отримання результату (допускається у формі скриншотів).

5.4. Висновки.

5.5. Підпис виконавця, викладача, що прийняв роботу.

5.6. Звіт з лабораторної роботи оформлюється відповідно до вимог 3008:2015 «ЗВІТИ У СФЕРІ НАУКИ І ТЕХНІКИ. СТРУКТУРА ТА ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ».

Технічні вимоги до звіту: аркуш формату А4 шрифтом Times New Roman 12 pt через 1,0 інтервал. Поля: зверху - 2 см, знизу - 2 см, справа - 2 см, зліва - 2,5 см, абзац - 1,25 см.

VI. Звітність за лабораторну роботу.

Результатом виконання лабораторної роботи є:

6.1. Звіт з лабораторної роботи в електронному вигляді. Файл звіту кодується за формою:

Прізвище_Ім'я_(укр.)_номер групи_номер лр.*

6.2. Проект програми, що реалізує завдання лабораторної роботи, якій надається в формі архіву, як невід'ємний додаток звіту.

6.3. Оформлений звіт надається викладачеві в електронному вигляді кожним виконавцем індивідуально !

Своєчасним вважається надання звіту до початку заняття з наступної лабораторної роботи.

Оформлені звітні матеріали надсилаються за адресою:

agd015979@gmail.com

VII. Порядок оцінювання та захисту лабораторної роботи.

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи (РЛ) за високим рівнем складає 81 бал, за середнім рівнем - 63 балів.

Загальний рейтинг за дисципліною

Звітність	Лр 1	Лр 2	Лр 3	Лр 4	Лр 5	Лр 6	Лр 7	Лр 8	Лр 9	М К	СУ МА	Зал ік	Сумма+з алік
Високий рівень	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90	10	100
Середній рівень	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	72	10	82

Розподіл балів за виконання лабораторних робіт.

7.1. Якість / повнота оформлення протоколу з лабораторної роботи – 1 бал.

7.2. Своєчасний захист роботи – 1 бал.

7.3. Повнота аналізу отриманих результатів – 1 бал.

7.4. Якість та повнота виконання технічних умов завдання, функціональність розробленої технічної продукції (програмного скрипта) -4 бали.

7.5. Рівень теоретичної підготовки – 2 бали.

*** Для умов дистанційного навчання бали за теоретичну підготовленість (п.7.4) можуть нараховуватись за результатами аналізу вмісту протоколу з лабораторної роботи.

*** Для умов військового стану – своєчасність захисту лабораторної роботи (п.7.2) – не застосовується а додається до п.7.4.

Варіанти завдань I рівня складності

Варіант (місяць народження)	Технічні умови завдання
1	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
2	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
3	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
4	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>

5	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
6	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
7	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
8	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
9	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>

10	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
11	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>
12	<p>Розробити програмний скрипт, що синтезує штучну нейронну мережу з використанням скалярних та матричних операцій та реалізувати її навчання за Data Set:</p> $\text{вхід: } \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \text{ вихід } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} .$ <p>Довести її працездатність.</p>

Варіанти завдань II рівня складності

Варіант (місяць народження)	Технічні умови завдання
1	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за лінійним законом, у 1000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 10) та 40% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
2	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за квадратичним законом, у 4000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 30) та 35% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.
3	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за законом $\sin(x)$, у 6000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 15) та 60% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
4	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за лінійним законом, у 5000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 20) та 45% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.
5	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за квадратичним законом, у 6000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 24) та 25% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
6	Розробити програмний скрипт, що реалізує: 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за законом $\cos(x)$, у 8000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 24) та 15% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.

7	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за лінійним законом, у 5000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 20) та 10% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
8	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за квадратичним законом, у 5000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 30) та 25% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.
9	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за законом $\sin(x)$, у 5000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 15) та 40% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
10	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за лінійним законом, у 4000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 30) та 40% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.
11	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за квадратичним законом, у 4000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 24) та 15% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від структури мережі.
12	<p>Розробити програмний скрипт, що реалізує:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель зміни досліджуваного процесу – dataset за законом $\cos(x)$, у 4000 дискретних вимірів, з нормальним шумом (нульове середнє та СКВ похибки 10) та 15% аномальних вимірів з рівномірним розподілом в межах вибірки; 2. Штучну нейронну мережу з прогнозування даних відповідно до параметрів заданого в п.1 dataset; 3. Відображення процесу прогнозування у формі графіків. 4. Дослідити залежність точності прогнозування числового ряду від кількості епох навчання.