

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан факультету комп'ютерних  
інформаційних технологій  
Ігор ЯКИМЕНКО  
"\_\_\_\_\_ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з науково-педагогічної роботи  
Віктор ОСТРОВЕРХОВ  
"\_\_\_\_\_ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор навчально-наукового інституту  
новітніх освітніх технологій  
Святослав ПИТЕЛЬ  
"\_\_\_\_\_ 2024 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА**

з дисципліни «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 Інформаційні технології

спеціальність – 123 Комп'ютерна інженерія

освітньо-професійна програма – «Комп'ютерна інженерія»

**Кафедра комп'ютерної інженерії**

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	3	6	46	30	5	10	59	150	-	6
Заочна	3	5	8	4	-	-	138	150	-	6

30.08.2024

Тернопіль – ЗУНУ  
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія галузі знань 12 Інформаційні технології, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022 р.)

Робочу програму склав д.т.н., проф. кафедри КІ

Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії, протокол №1 від 26 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерна інженерія», протокол №1 від 30 серпня 2024 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП

Леся ДУБЧАК

## СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Комп'ютерні системи штучного інтелекту»

#### 1. Опис дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту»

Дисципліна «Комп'ютерні системи штучного інтелекту»	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 Інформаційні технології	Статус дисципліни – обов'язкова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів – 5	Спеціальність – 123 Комп'ютерна інженерія	Рік підготовки: <i>Денна</i> 3 <i>Заочна</i> – 3  Семестр: <i>Денна</i> – 5 <i>Заочна</i> – 5
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо-професійна програма – «Комп'ютерна інженерія»	Лекції: <i>Денна</i> – 46 год., <i>Заочна</i> – 8 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 30 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – <i>Денна</i> – 150 год., <i>Заочна</i> 150 год.	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 59 год. <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг: <i>Денна</i> – 10 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 5 год.
Тижневих годин: 10 год., з них аудиторних – 4,5 год.		Вид підсумкового контролю <i>Денна</i> : 6 семестр – екзамен <i>Заочна</i> : 6 семестр – екзамен

## **2. Мета й завдання дисципліни**

" Комп'ютерні системи штучного інтелекту "

### **2.1. Мета вивчення дисципліни**

Мета дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту» (КСШ) – ознайомлення з сучасними тенденціями штучного інтелекту, інженерією знань, нейрокібернетикою та програмними засобами, що реалізують дані напрямки.

### **2.2 Завдання вивчення дисципліни**

Завдання дисципліни є: вивчення моделей представлення знань, вивчення програмних засобів реалізації штучних нейронних мереж та генеративного інтелекту.

### **2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:**

К03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К16. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.

К24. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

### **2.4. Передумови для вивчення дисципліни**

Зазначена дисципліна включена до циклу дисциплін професійної підготовки за переліком програми. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на III-му курсі. Для засвоєння дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані при вивченні таких дисциплін: «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Комп'ютерна логіка», «Математичний аналіз», «Дискретна математика», «Програмування», «Комп'ютерні системи».

### **2.5. Результати навчання**

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

**Програма навчальної дисципліни**  
**«Комп'ютерні системи штучного інтелекту»**

**Змістовий модуль 1. Вступ до штучного інтелекту**

**Тема 1. Основні поняття та визначення**

Поняття природного інтелекту. Поняття штучного інтелекту. Короткі історичні відомості про штучний інтелект. Парадигми штучного інтелекту. Нейрокібернетика. Кібернетика “чорного ящика”.

**Тема 2. Класифікація систем штучного інтелекту**

Представлення знань та розробка систем, які базуються на знаннях. Програмне забезпечення інтелектуальних систем. Розробка природномовних інтерфейсів. Інтелектуальні роботи. Навчання та самонавчання. Розпізнавання образів. Нові архітектури комп'ютерів. Комп'ютерний зір. Обчислювальний інтелект. Генеративний інтелект і комп'ютерна творчість.

**Тема 3. Світові проєкти створення інтелектуальних комп'ютерів**

Японський проєкт ЕОМ п'ятого покоління. Архітектура ЕОМ п'ятого покоління. Програмне забезпечення ЕОМ п'ятого покоління. Результати проєкту ЕОМ п'ятого покоління. Український проєкт «Образний комп'ютер». Структура образного комп'ютера. Вимоги до образної операційної системи. Результати проєкту образного комп'ютера.

**Тема 4. Генеративний інтелект**

Генеративний інтелект – сучасна тенденція штучного інтелекту. Потенційні ризики засобів генеративного інтелекту. Генерування зображень: GAN, Stable diffusion. Генерування тексту: ChatGPT.

**Тема 5. Структура ChatGPT**

Структура трансформера. Обробка контексту на основі самозвернення. Розбивка тексту на токени. Нейронні шари для обчислення зв'язків між токенами. Навчання через Supervised Learning і RLHF. Модуль Inference для генерації відповідей на основі контексту.

**Змістовий модуль 2. Нейрокібернетика**

**Тема 6. Вступ до нейронних мереж**

Поняття природного нейрона. Нейронна система людини. Поняття штучного нейрона. Поняття штучних нейронних мереж. Основні компоненти штучних нейронних мереж.

**Тема 7. Структура штучної нейронної мережі**

Множина простих процесорів. Структура зав'язків в ШНМ. Правило розповсюдження сигналів в мережі. Правило комбінування вхідних сигналів. Функції активності ШНМ.

### **Тема 8. Навчання штучних нейронних мереж**

Основні задачі при роботі з ШНМ. Набори даних. Поняття архітектури (топології) нейронної мережі. Проблема навчання ШНМ, Навчання за алгоритмом зворотного розповсюдження похибки.

### **Змістовий модуль 3. Інженерія знань**

#### **Тема 9. Знання і підходи до їх подання**

Поняття знань. Дані та знання. Типи знань. Властивості знань. Вербально-дедуктивне визначення знань. Області та рівні знань. База знань як об'єднання простіших одиниць. Проблема неточних і неповних знань.

#### **Тема 10. Продукційна модель**

Характеристика продукційних моделей. Продукції та мережі виведення. Пряме та зворотне виведення. Основні стратегії вирішення конфліктів у продукційних системах.

#### **Тема 11. Модель семантичної мережі**

Визначення та класифікація семантичних мереж. Трирівнева архітектура семантичних мереж. Способи задання семантичних мереж. Логічне виведення на семантичних мережах.

#### **Тема 12. Фреймова модель**

Поняття фреймів та слотів. Конкретизація. ієрархія та наслідування слотів. Поповнення первинних описів на основі фреймової моделі. Фрейми і об'єктноорієнтоване програмування.

#### **Тема 13. Логічна модель**

Логічні побудови та логічні моделі. Основні положення логічної моделі. Фразова форма запису логічних моделей. Аналіз і доведення теорем. Побудова теорії повної області знань. Формальна логіка та логічне програмування.

#### **Тема 14. Недостовірні знання**

Поняття неточних знань. Імовірнісний підхід до подання знань. "Об'єктивна" та "суб'єктивна" невизначеність. Принципи неточного виведення.

### **Тема 15. Нечітка модель**

Поняття нечіткої множини. Функція належності. Основні операції над нечіткими множинами. Композиція функцій належності. Нечітка продукційна модель.

### **Тема 16. Онтологічна модель**

Поняття онтології. Моделі для представлення знань в онтології. Методології побудови онтологій. Мови опису онтологій.

### **Тема 17. Інструментальні засоби побудови онтологічних систем**

Редактор Protégé. Формати зберігання даних. Пошукова система наукових публікацій. Структура та приклади роботи.

## **Змістовий модуль 4. Експертні системи**

### **Тема 18. Призначення, склад і структура ЕС**

Призначення ЕС. Склад і структура ЕС. Функціонування ЕС. Класифікація інструментальних засобів побудови ЕС.

### **Тема 19. Методологія розробки ЕС**

Доцільність розробки ЕС. Етап ідентифікації. Етап концептуалізації. Етап формалізації. Етап виконання. Етап тестування. Етап дослідної експлуатації. Структура процесу розробки промислової ЕС.

### **Тема 20. Теоретичні аспекти вилучення знань**

Стратегії отримання знань. Психологічний аспект. Контактні проблеми. Процедурні проблеми. Когнітивні проблеми. Лінгвістичні проблеми. Гносеологічний аспект. Методи вилучення знань. Класифікація ЕС.

### **Тема 21. Приклад ЕС MYCIN**

Призначення ЕС MYCIN. Експертні знання. База знань ЕС. Структури управління в MYCIN. Оцінка MYCIN.

**4. Структура залікового кредиту дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту»  
(денна форма навчання)**

Назва теми	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до штучного інтелекту</b>						
Тема 1. Основні поняття та визначення	2		2			Поточне опитування, оцінювання виконання лабораторних робіт
Тема 2. Класифікація систем штучного інтелекту	2		2			
Тема 3. Світові проєкти створення інтелектуальних комп'ютерів	4		2	1	2	
Тема 4. Генеративний інтелект	2	2	2			
Тема 5. Структура ChatGPT	2	6	3			
<b>Змістовий модуль 2. Нейрокібернетика</b>						
Тема 6. Вступ до нейронних мереж	2	4	3			Поточне опитування, оцінювання виконання лабораторних робіт
Тема 7. Структура штучної нейронної мережі	2	4	3	1	2	
Тема 8. Навчання штучних нейронних мереж	4	4	3			
<b>Змістовий модуль 3. Інженерія знань</b>						
Тема 9. Знання і підходи до їх подання	2		3			Поточне опитування, оцінювання виконання лабораторних робіт
Тема 10. Продукційна модель	2		3			
Тема 11. Модель семантичної мережі	2		3	2	3	
Тема 12. Фреймова модель	2		3			
Тема 13. Логічна модель	2		3			



Тема 14. Недостовірні знання	2		3			
Тема 15. Нечітка модель	2		3			
Тема 16. Онтологічна модель	2	4	3			
Тема 17. Інструментальні засоби побудови онтологічних систем	2	6	3			
<b>Змістовий модуль 4. Експертні системи</b>						
Тема 18. Призначення, склад і структура ЕС	2		3			Поточне опитування, оцінювання виконання лабораторних робіт
Тема 19. Методологія розробки ЕС	2		3			
Тема 20. Теоретичні аспекти вилучення знань	2		3	1	3	
Тема 21. Приклад ЕС MYCIN	2		3			
<b>Разом</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>59</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	

**(заочна форма навчання)**

Назва теми	Кількість годин		
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до штучного інтелекту</b>			
Тема 1. Основні поняття та визначення	1		6
Тема 2. Класифікація систем штучного інтелекту	1		6
Тема 3. Світові проєкти створення інтелектуальних комп'ютерів			6
Тема 4. Генеративний інтелект	1	2	6
Тема 5. Структура ChatGPT	1	2	6
<b>Змістовий модуль 2. Нейрокібернетика</b>			
Тема 6. Вступ до нейронних мереж			6
Тема 7. Структура штучної нейронної мережі	1		6
Тема 8. Навчання штучних нейронних мереж	1		6
<b>Змістовий модуль 3. Інженерія знань</b>			

Тема 9. Знання і підходи до їх подання			7
Тема 10. Продукційна модель			6
Тема 11. Модель семантичної мережі			7
Тема 12. Фреймова модель			7
Тема 13. Логічна модель			7
Тема 14. Недостовірні знання			7
Тема 15. Нечітка модель			7
Тема 16. Онтологічна модель	1		7
Тема 17. Інструментальні засоби побудови онтологічних систем	1		7
<b>Змістовий модуль 4. Експертні системи</b>			
Тема 18. Призначення, склад і структура ЕС			7
Тема 19. Методологія розробки ЕС			7
Тема 20. Теоретичні аспекти вилучення знань			7
Тема 21. Приклад ЕС MYCIN			7
<b>Разом</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>138</b>

## 5. Тематика лабораторних занять

### Лабораторна робота № 1

Тема: Штучні нейронні мережі.

Мета: Освоїти середовище ШНМ.

### Лабораторна робота № 2

Тема: Штучні нейронні мережі.

Мета: Підготувати набір даних для навчання, тестування та роботи ШНМ.

### Лабораторна робота № 3

Тема: Штучні нейронні мережі.

Мета: Спроекувати архітектуру ШНМ.

### Лабораторна робота № 4

Тема: Штучні нейронні мережі.

Мета: Провести експерименти із ШНМ.

### Лабораторна робота № 5

Тема: Генеративні системи.

Мета: освоєння інтерфейсу ChatGPT.

### Лабораторна робота № 6

Тема: Генеративні системи.

Мета: Набуття навиків формування запитів до пошуку наукової інформації на основі

ChatGPT.

### Лабораторна робота № 7

Тема: Генеративні системи.

Мета: Набуття навиків формування зображень на основі текстового опису з використанням ChatGPT.

### Лабораторна робота № 8

Тема: Онтологічні системи.

Мета: освоєння інтерфейсу редактора Protégé.

### Лабораторна робота № 9

Тема: Онтологічні системи.

Мета: вибір предметної області та формалізація знань.

### Лабораторна робота № 10

Тема: Онтологічні системи.

Мета: формування онтологічної системи в середовищі Protégé.

## 6 Організація і проведення тренінгу з дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Аналіз перших етапів розробки онтологічної системи	проведення етапу ідентифікації проблем; проведення етапу витягання знань;
2	Технологія проектування онтологічної системи	проведення етапу структуризації знань
3	Проектування та реалізація фрагменту онтологічної системи в середовищі Protégé	формування міркувань на основі правил оберненого логічного виводу; формування міркувань на основі правил прямого логічного виводу

### Критерії оцінювання тренінгу:

90-100 балів – студент повністю виконав завдання.

75-89 балів – студент повністю виконав завдання, але допустив незначні помилки.

60-74 бали – студент виконав завдання, але не може самостійно зробити відповідні обґрунтування отриманих результатів, не може зробити правильних висновків.

1-59 балів – студент виконав завдання частково або із суттєвими помилками, не знає відповідей на теоретичні питання, не вміє пояснити виконані дії.

За тренінг виставляється одна оцінка.

## 7. Самостійна робота студентів

Самостійна робота використовується для набуття умінь самостійного мислення і самоконтролю у студентів.

Самостійна робота виконується самостійно кожним студентом згідно виданої викладачем теми. Студент представляє самостійну роботу у вигляді презентації.

№ п/п	Тематика самостійної роботи
1.	Японський проект ЕОМ п'ятого покоління
2.	Український проект «Образний комп'ютер»
3.	Класифікація систем штучного інтелекту
4.	Генеративний інтелект – сучасна тенденція штучного інтелекту
5.	Генерування зображень: GAN, Stable diffusion
6.	ChatGPT
7.	Навчання через Supervised Learning і RLHF
8.	Штучні нейронні мережі
9.	Навчання штучних нейронних мереж
10.	Нейрокібернетика
11.	Знання і підходи до їх подання
12.	Продукційна модель
13.	Модель семантичної мережі
14.	Фреймова модель
15.	Логічна модель
16.	Недостовірні знання
17.	Нечітка модель
18.	Онтологічна модель
19.	Мови опису онтологій
20.	Інструментальні засоби побудови онтологічних систем
21.	Призначення, склад і структура ЕС
22.	Методологія розробки ЕС
23.	Теоретичні аспекти вилучення знань
24.	ЕС MYCIN
25.	Структура процесу розробки промислової ЕС

За самостійну роботу виставляється одна оцінка.

## 8. Методи навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН; лабораторні заняття в комп'ютерній лабораторії; консультації, самостійна робота, робота в Інтернет, тренінг.

## 9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне оцінювання;
- оцінювання результатів модульних робіт;
- оцінювання тренінгу;
- оцінювання самостійної роботи;
- екзамен.

### 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 1-ої по 8-у теми. Кожен здобувач має отримати 5-6 оцінок	Модульна робота складається з 10-ти тестів по 2 бали за тест) – макс. 20 балів, 2-х теоретичних питань (макс. 40 балів за кожне)	Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять з 9-ої по 21-у теми. Кожен здобувач має отримати 6-7 оцінок	Модульна робота складається з 10-ти тестів по 2 бали за тест) – макс. 20 балів, 2-х теоретичних питань (макс. 40 балів за кожне)	Оцінка за виконане завдання	Оцінка за виконане завдання	Тестові завдання (25 тестів по 2 бали за тест) – макс. 50 балів Теоретичне питання 1 – макс. 25 балів. Теоретичне питання 2 – макс. 25 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

### 11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1–21
2.	Проекційний екран	1–21
3.	Комунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox)	1–21
4.	Наявність доступу до мережі Інтернет	1–21
5.	Персональні комп'ютери	1–21
6.	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1–21
7.	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1–21
8	Середовище Teachable Machine	2-5
9	Середовище Neuroph studio	6-8
10	Редактор Protégé	9-21

### Рекомендовні джерела інформації

1. Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів: навчальний посібник / В. Я. Кутковецький. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. 420 с.
2. Шаров С.В. Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. / С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. 144с.
3. Системи штучного інтелекту. Навчальний посібник / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 392 с.
4. Методи, алгоритми і програмні засоби опрацювання біомедичних зображень / Березький О. М., Батько Ю.М., Березька К.М., Вербовий С.О., Дацко Т.В., Дубчак Л.О., Ігнатев І.В., Мельник Г.М., Ніколюк В.Д., Піцун О.Й. Тернопіль: Економічна думка, ТНЕУ, 2017. 330 с.
5. Доля В. Г. Комп'ютерні системи штучного інтелекту: навчальний посібник. К.: Відкритий міжнар. ун-т розвитку людини "Україна". 2011. 296 с.
6. Іванченко Г. Ф. Системи штучного інтелекту : навчальний посібник. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Держ. вищ. навч. заклад "Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана". К. : КНЕУ, 2011. 382 с.
7. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / Уклад. : А.С. Савченко, О. О. Синельников. К. : НАУ, 2017. 190 с.
8. David L. Poole. Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, 2nd Edition / David L. Poole (Author), Alan K. Mackworth (Author)// Cambridge University Press; 2 edition (September 25, 2017). 820 pp.
9. Anand Deshpande. Artificial Intelligence for Big Data / Anand Deshpande , Manish Kumar // Packt Publishing (May 22, 2018); eBook (Free Edition) – 482 pp.
10. Bernd Carsten Stahl. Artificial Intelligence for a Better Future - Springer; 1st ed. 2021 edition; eBook (Open Access Edition). 136 p.
11. Batista, Lucas Oliveira, Gabriel Adriano de Silva, Vanessa Souza Araújo, Vinicius Jonathan Silva Araújo, Thiago Silva Rezende, Augusto Junio Guimarães, and Paulo Vitor de Campos Souza. "Fuzzy neural networks to create an expert system for detecting attacks by sql injection." arXiv preprint arXiv:1901.02868 (2019).
12. Shinge, Nirmala, and B. T. Jadhav. "REVIEW PAPER ON EXPERT SYSTEM FOR DEPRESSION, ANXIETY." International Research Journal of Modernization in Engineering 3, no. 11 (2021): 345-347.

13. Mariz Awad, Jailan Salah, Nabila Hamdi, and Slim Abdennadher. "A-Learning: A Computerized Adaptive Learning Expert System." (2022).
14. Subianto, Muhamad Elvin, and Faiz Rafdhi. "Inheritance Sharing Expert System." Jurnal Inovatif: Inovasi Teknologi Informasi dan Informatika 5, no. 1 (2022): 22-28.
15. <https://neuroph.sourceforge.net/download.html/>
16. <https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image>