МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

**Лабораторна робота № 4**

з дисципліни «Методи моделювання та оптимізації безпечних комп'ютерних систем»

(назва дисципліни)

на тему: «Реалізація нейронечіткого виведення

в системі Anfis в середовищі MATLAB»

Виконав: студент 5 курсу групи № 555ім

напряму підготовки (спеціальності)

125 Кібербезпека та захист інформації

(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності))

Орлов Станіслав Валерійович

(прізвище й ініціали студента)

Прийняв: д.т.н., професор

Морозова Ольга Ігорівна

(посада, науковий ступінь, прізвище й ініціали)

Національна шкала: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_

Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

Харків – 2023

**Тема**: Реалізація нейронечіткого виведення в системі ANFIS в середовищі MATLAB

**Мета** **роботи**: сконструювати нечітку систему, яка буде показувати залежність між змінними x і y.

**Постановка завдання:** побудувати адаптивну систему нейронечіткого виведення для апроксимації деякої залежності, яка описується математичною функцією.

Побудова моделі

N – номер варіанта завдання, N = 22

|  |  |
| --- | --- |
| 2 |  |

1. Підготувати за допомогою редактора-відладчика m-файлів навчальні дані, які містять 41 рядок пар "вхідна змінна - вихідна змінна". Збережемо дані в зовнішньому файлі з ім'ям anfis.dat.

A screenshot of a computer

Description automatically generatedA close up of a text

Description automatically generated

Рисунок 1 – формування даних

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 2 – згенерований anfis.dat файл

1. Завантажити файл з навчальними даними в редактор ANFIS. Завантажити структуру вже створеної FIS можна або з диска (Load from disk), або з робочої області (Load from worksp). Після завантаження в вікні редактора з'являється графік, форма якого аналогічна вихідної математичної функції:

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 3 – завантажений файл з начальнимим

даними у neuroFuzzyDesigner

1. Викликати натисканням кнопки Generate FIS діалогове вікно із зазначенням числа та типи функцій приналежності для окремих термів вхідних змінних і вихідної змінної. Після генерації структури гібридної мережі можна візуалізувати її структуру, для цього слід натиснути кнопку Structure.

Згенеруємо FIS у системі MATLAB:

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 4 – вікно Generate Fis (Membership Functions)

Переглянемо структура моделі, натискаючи кнопку Structure з рис. 3.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 5 – структура моделі Anfis

1. Перейти до навчання згенерованої системи нечіткого виведення. Для цього у вікні редактора ANFIS кількість циклів навчання змінимо на 40 і натиснемо кнопку Train Now. Після навчання мережі в робочому вікні редактора ANFIS буде зображений графік зміни помилки в ході виконання окремих циклів навчання.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 6 - тренування

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 7 – тренування

1. Виконати аналіз точності побудованої нечіткої моделі гібридної мережі за допомогою перегляду поверхні відповідної системи нечіткого виведення. На рис. 4 зображено графік згенерованої системи нечіткого виведення.

Виконаємо перевірку побудобваної моделі за домогою меню View -> Surface MATLAB

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Рисунок 8 – Surface Viewer меню Matlab

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 9 – Перевірка моделі з точністю 0

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 10 - Перевірка моделі з точністю -2

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рисунок 11 – перевірка моделі з точністю 1

Бачимо що модель досить адекватна.

1. Побудуємо графік по точках plot(X,Y)



Рисунок 12 – вікно виконання команд Matlab

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Рисунок 13 – побудований графік по точках plot(X,Y)

1. Побудуємо графік на проміжку -2;1

A screen shot of a graph

Description automatically generated

Рисунок 14 – побудований графік на проміжку -2;1

Порівняємо результати:

A screen shot of a graph

Description automatically generatedA screen shot of a graph

Description automatically generatedA screen shot of a graph

Description automatically generated

Рисунок 15 – мобудовані графіки залежності змінними для різних відних проміжках

**Висновок**: у ході виконання лабораторної роботи було сконструйовано нечітку систему, яка показує залежність між змінними x і y. Для досягнення поставленої задачі було побудовано адаптивну систему нейронечіткого виведення для апроксимації деякої залежності, яка описується математичною функцією. Було вивчено та отримано навички роботи з адаптивною системою нейронечіткого виведення ANFIS у системі MATLAB.