

Практична робота 3

Дослідження нейронечіткої моделі за допомогою ANFIS-редактора

Мета. Навчитися використовувати ANFIS-редактор системи MATLAB для побудови нейронечіткої моделі.

Завдання:

1. Використовуючи ANFIS-редактор побудувати нейронечітку систему типу Сугено з експериментальних даних або апроксимувати відому функцію.

Контрольні питання:

1. Що являють собою нечіткі нейронні мережі?
2. Яка нечітка система лежить в основі систем ANFIS?
3. Як можна переглянути базу знань синтезованої системи ANFIS?
4. Які методи генерації ANFIS-систем передбачені в ANFIS-редакторі?
5. Які опції необхідно ввести при виборі методу субтрактивної кластеризації для генерації нечіткої системи?

Приклад виконання

Завдання: Побудувати нечітку модель апроксимації функції $y=\cos(x)$ з використанням нечіткої нейронної мережі, сконструйованої в ANFIS-редакторі.

Створимо навчальну (A), тестову (B) вибірки і одне перевірочне значення (C) у середовищі MATLAB. Навчальна вибірка у 2 рази більша за тестову.

```
clear all;
x=[.0:.3:2*pi];
%Train dataset A
y=cos(x);
A=[x; y]';
%Test dataset B
x=[.1:.6:2*pi-.3];
y=cos(x);
B=[x; y]';
%Checking data
C=[.8; 1]';
disp(cos(.8));
```

Командою `anfisedit` завантажуюмо ANFIS-редактор, в якій сгенеруємо і навчимо нечітку систему типу Сугено (рис. 1).

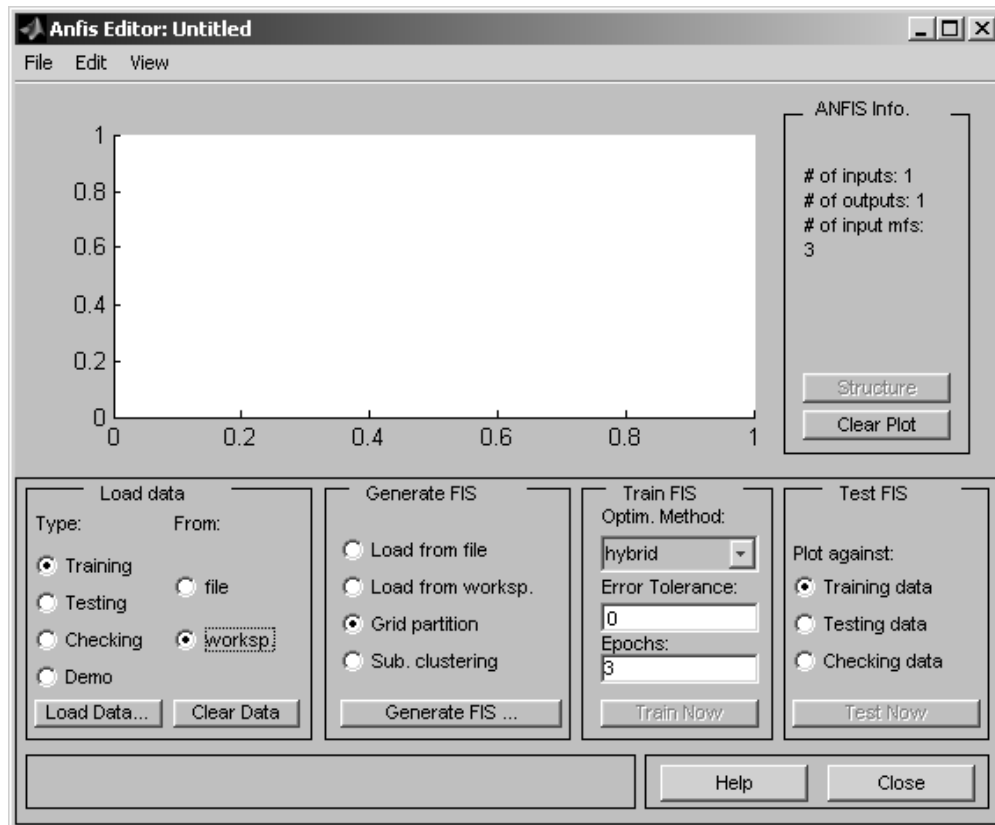


Рисунок 1 – Вікно ANFIS-редактора

Для завантаження навчальної вибірки в вікні ANFIS-редактора в блоці завантаження даних (Load data) в меню типу (Type) вибираємо тип навчання (Training), а в якості джерела завантаження (From) вибираємо робочу область MATLAB (workspace.) І натискаємо кнопку завантаження даних (Load data). З'явиться вікно (рис. 2) в якому вказуємо ім'я масиву навчальної вибірки A і натискаємо кнопку OK.

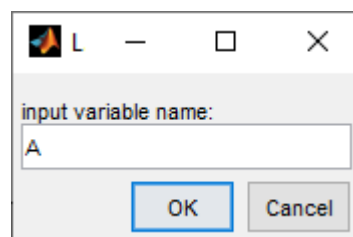


Рисунок 2 – Вікно введення імені масиву навчальної вибірки

Для завантаження тестової вибірки в меню типу встановлюємо тип тестування (Testing), натискаємо кнопку завантаження даних (Load data), у вікні вводимо ім'я масиву тестової вибірки B і натискаємо кнопку OK. У блоці генерації нечіткої системи (Generate FIS) є наступні альтернативи: завантаження системи з диска (Load from disk), завантаження системи з робочою області MATLAB (Load from workspace.), Генерування системи за алгоритмом ґратчастого розбиття без кластеризації (Grid partition) і генерування системи через субтрактивну кластеризацію по методу (Sub. clustering). Виберемо метод ґратчастого розбиття Grid partition, згідно з яким функції належності нечітких термів рівномірно розподіляються всередині діапазону зміни даних. База знань містить всі можливі варіанти правил. Коефіцієнти в висновках правил приймаються рівними нулю.

Натискаємо на кнопку генерації нечіткої системи (Generate FIS). У вікні (рис. 3) необхідно вказати кількість і тип функцій належності вхідних і вихідних змінних і натиснути на кнопку ОК.

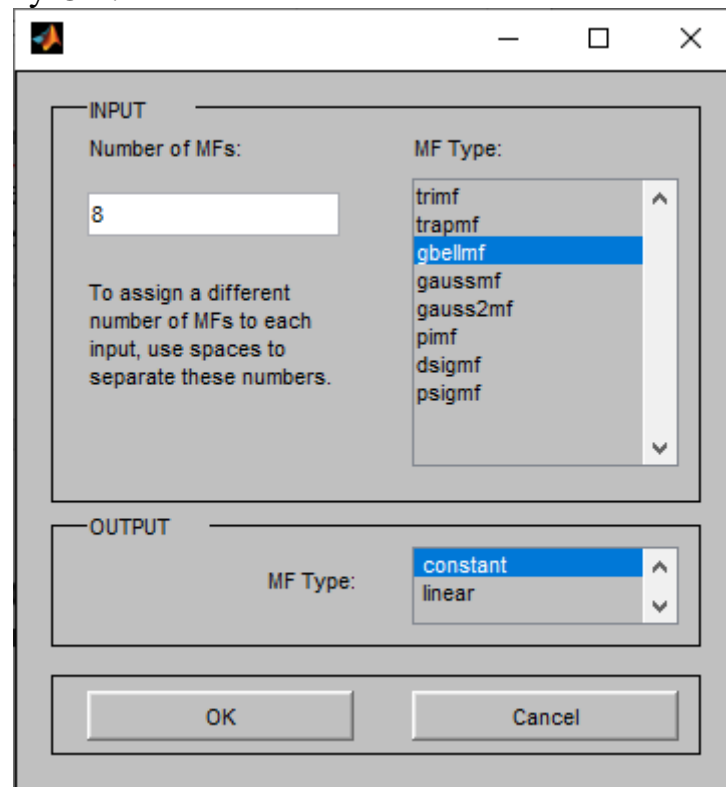


Рисунок 3 – Вибір кількості та типу функцій належності

Архітектуру синтезованої нейронечіткої мережі (рис. 4) можна подивитися натиснувши на кнопку структури мережі (Structure) блоку інформації системи ANFIS (ANFIS Info.)

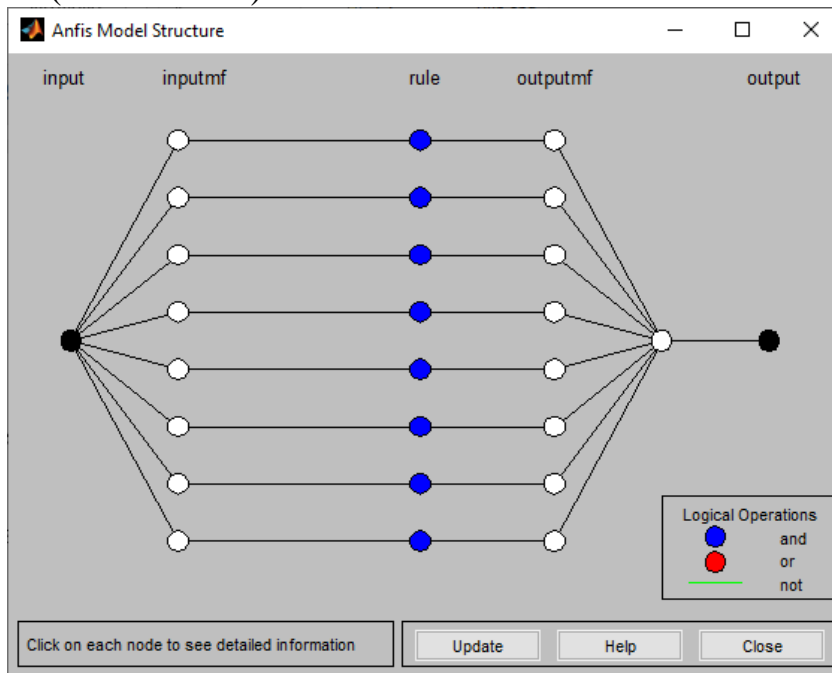


Рисунок 4 – Архітектура синтезованої нейро-нечіткої мережі

У блоці навчання (Train FIS) необхідно вибрати метод навчання (Optim. Method), точність навчання (Error tolerance), кількість ітерацій навчання (Epochs) і натиснути на кнопку навчання (Train Now). У ANFIS-редакторі реалізовані два

методу навчання: метод зворотного поширення помилки (backprop) і гібридний алгоритм, який об'єднує метод зворотного поширення помилки і методу найменших квадратів (hybrid). Виберемо гібридний метод навчання, зазначимо точність навчання рівну 0, кількість ітерацій дорівнює 10 і натиснемо на кнопку навчання. Динаміка навчання виводиться в основному вікні редактора ANFIS (рис. 5): вісь абсцис відповідає ітераціям алгоритму навчання, вісь ординат – значенням середньої квадратичної помилки.

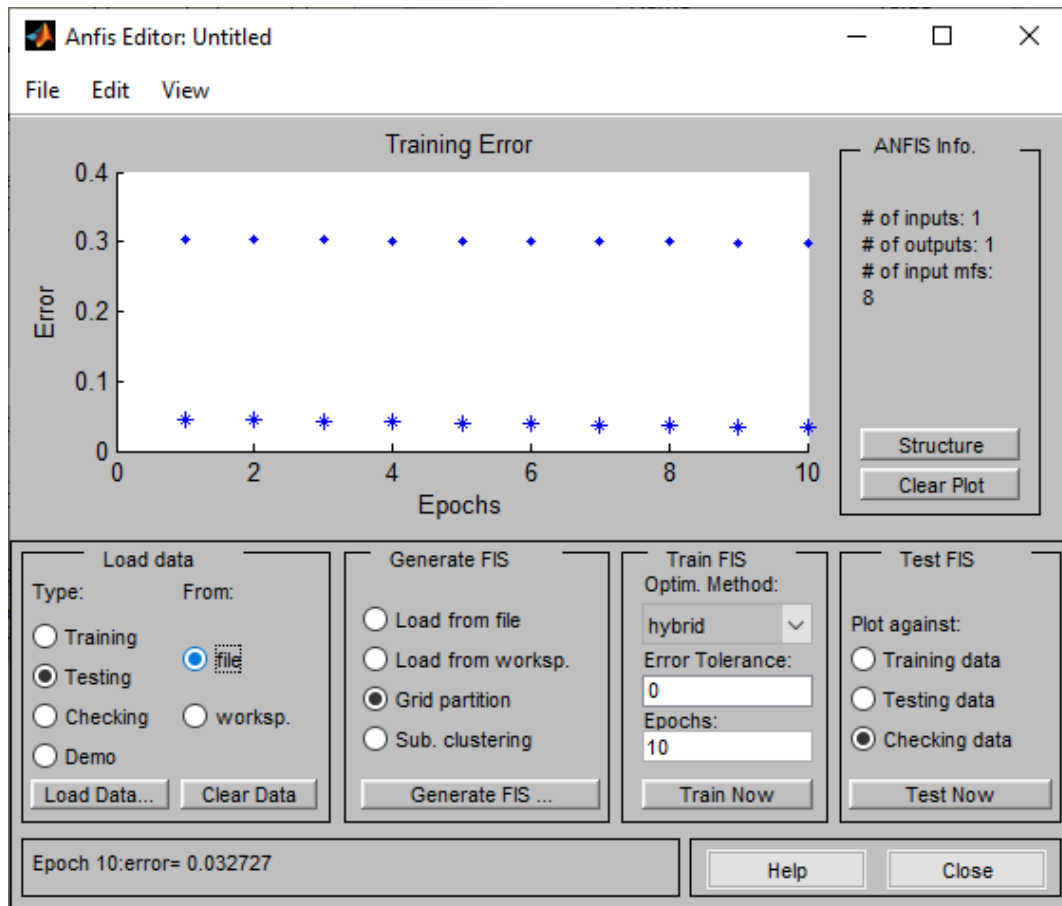


Рисунок 5 – Навчання синтезованої нейронечіткої мережі

Після настройки помилка навчання склала 0.032727. Для перевірки моделі на тестовій вибірці в блоці тестування нечіткої системи (Test FIS) виберемо тестові дані (Testing data) і натиснемо на кнопку тестування (Test Now). Результати тестування виводяться в основному вікні редактора ANFIS (рис. 6).

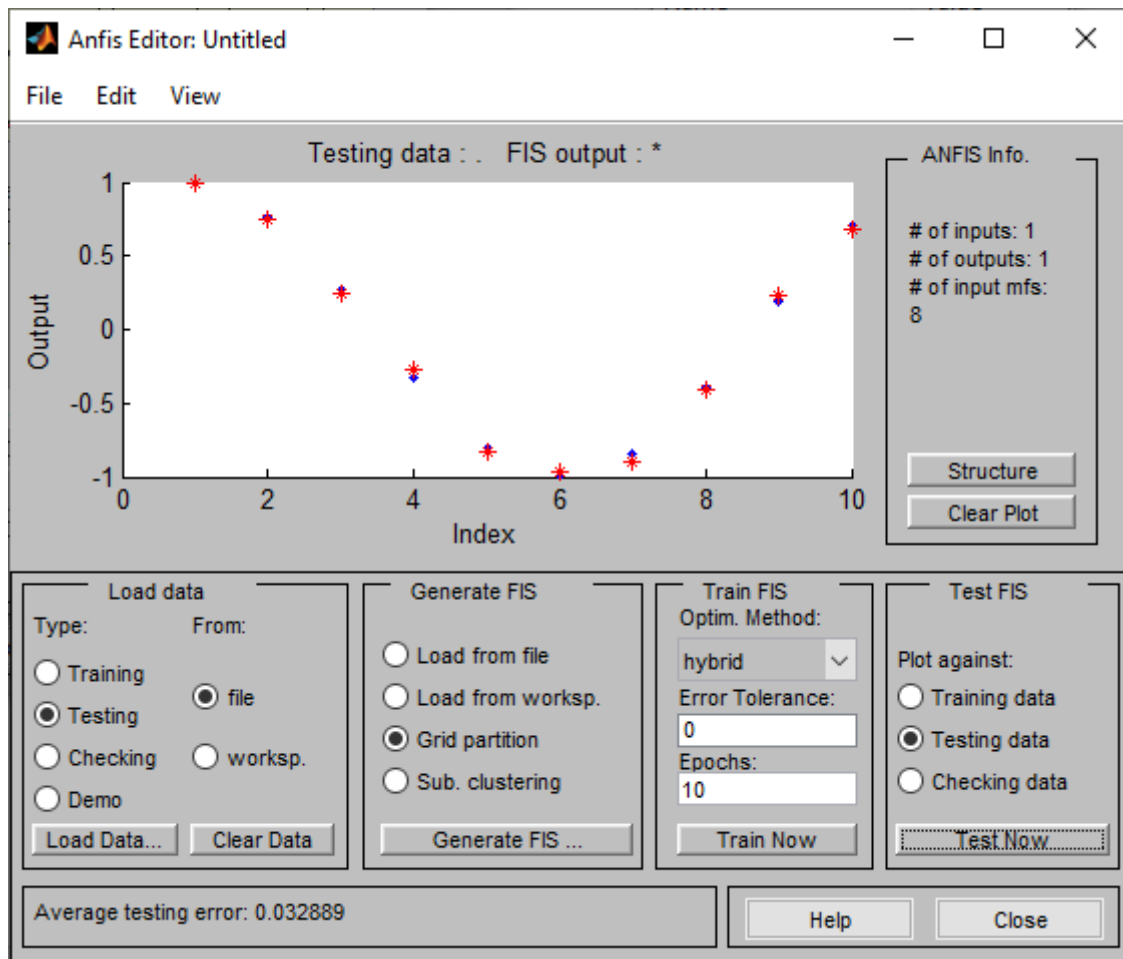


Рисунок 6 – Тестування синтезованої нейронечіткої мережі

Експериментальні дані показані точками, а результати моделювання зірочками. Помилка на тестовій вибірці склала 0.0328893. Використовуючи меню File→Export→To File) можна зберегти на диску синтезовану нейронечітку мережу. За допомогою меню Edit→Properties FIS можна в FIS-редакторі подивитися і при необхідності відредагувати синтезовану систему (рис. 7).

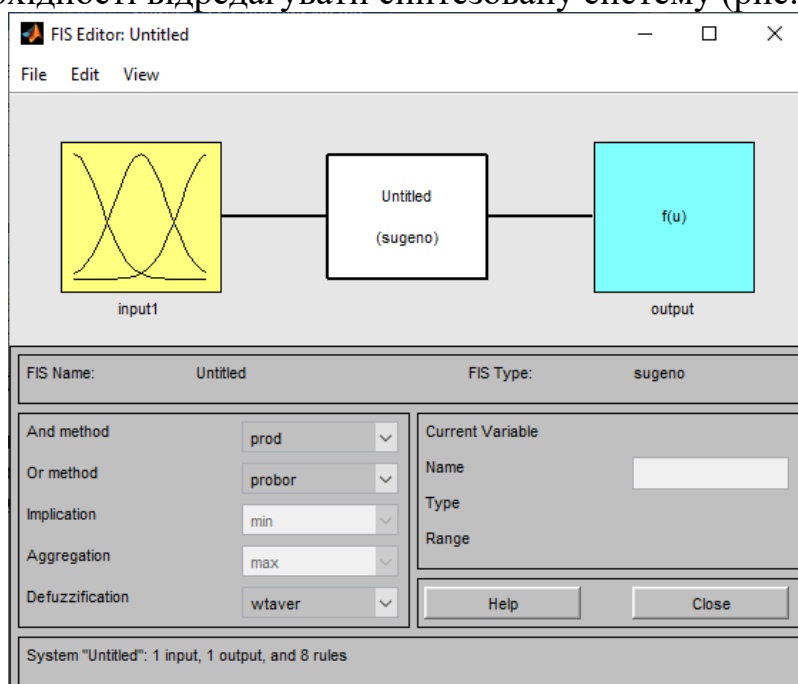


Рисунок 7 – FIS-редактор

В режимі View→Ruels можна задати практичне значення і отримати результат.

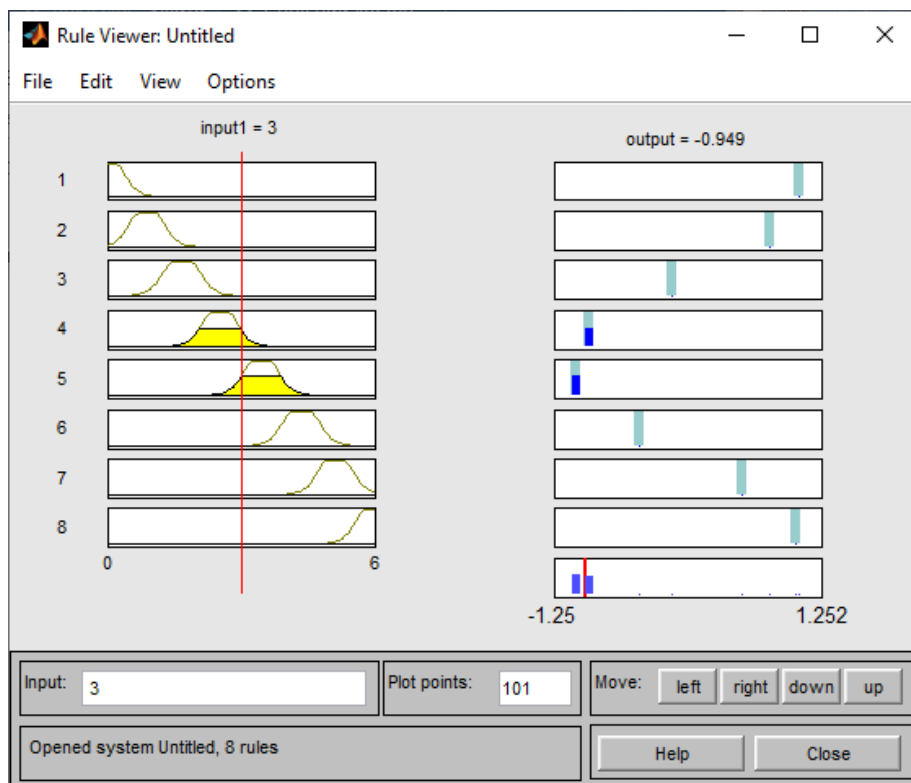


Рисунок 8

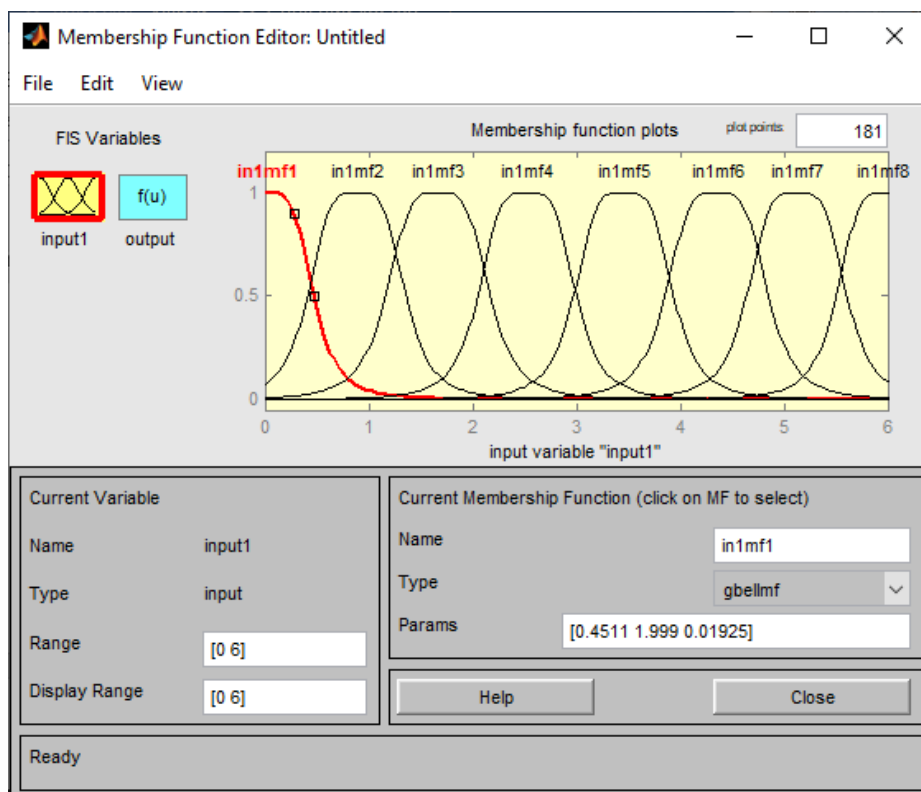


Рисунок 9

В режимі Edit→Membership Function... відображаються функції належності, які знайдені під час навчання.

Меню та команди Anfis редактора

Меню Edit:

Команда **Undo** скасовує раніше зроблену дію. Виконується також по натисканню Ctrl+Z.

Команда **FIS Properties...** відкриває FIS-редактор. Ця команда може бути також виконана натисканням Ctrl+1.

Команда **Membership Functions...** відкриває редактор функцій приналежності. Ця команда може бути також виконана натисканням Ctrl+2.

Команда **Rules...** відкриває редактор бази знань. Ця команда може бути також виконана натисканням Ctrl+3.

Команда **Anfis...** відкриває ANFIS-редактор. Ця команда може бути також виконана натисканням Ctrl+3. Відмітимо, що дана команда, запущена з ANFIS-редактора не приводить до виконання яких-небудь дій, бо цей редактор уже відкритий. Однак, у меню **Edit** інших GUI-модулів, використовуваних із системами нечіткого логічного виведення, додається команда **Anfis...**, що дозволяє відкрити ANFIS-редактор з цих модулів.

Область візуалізації містить два типи інформації: *при навчанні системи* – крива навчання у виді графіка залежності помилки навчання від порядкового номера ітерації; *при завантаженні даних і тестуванні системи* – експериментальні дані і результати моделювання.

Експериментальні дані і результати моделювання виводяться у виді множини точок у двовимірному просторі. При цьому по вісі абсцис відкладається порядковий номер рядка даних у вибірці (навчальній, тестовій або контрольній), а по осі ординат – значення вихідної змінної для даного рядка вибірки. Використовуються наступні маркери: блакитна точка (.) – тестова вибірка; блакитна окружність (o) – навчальна вибірка; блакитний плюс (+) – контрольна вибірка; червона зірочка (*) – результати моделювання.

В **області властивостей** ANFIS (**ANFIS info**) виводиться інформація про кількість вхідних і вихідних змінних, про кількість функцій приналежності для кожної вхідної змінної, а також про кількість рядків у вибірках. У цій області розташовані дві кнопки **Structure** і **Clear Plot**.

Натискання кнопки **Structure** відчиняє нове графічне вікно, у якому система нечіткого логічного виведення представлена у виді нейро-нечіткої мережі. Натискання кнопки **Clear Plot** дозволяє очистити область візуалізації.

В **області завантаження даних** (**Load data**) розташовані: меню вибору типу даних (**Type**), що містить альтернативи (**Traning** – навчальна вибірка; **Testing** – тестова вибірка; **Checking** – контрольна вибірка; **Demo** – демонстраційний приклад); меню вибору джерела даних (**From**), що містить альтернативи (**disk** – диск; **worksp** – робоча область MatLab); кнопка завантаження даних **Load Data...**, по натисканню якої з'являється діалогове вікно вибору файлу, якщо завантаження даних відбувається з диска, або вікно введення ідентифікатора вибірки, якщо завантаження даних походить з робочої області; кнопка очищення даних **Clear Data**.

В **області генерування** (**Generate FIS**) розташовані меню вибору способу створення вихідної системи нечіткого логічного виведення. Меню містить наступні альтернативи: **Load from disk** – завантаження системи з диска; **Load from worksp.** – завантаження

системи з робочої області MatLab; **Grid partition** – генерування системи по методу ґрат (без кластеризації); **Sub. clustering** – генерування системи за методом субкластеризації.

В області також розташована кнопка **Generate**, по натисканню якої генерується вихідна система нечіткого логічного виведення.

При виборі **Load from disk** з'являється стандартне діалогове вікно відкриття файлу.

При виборі **Load from worksp.** з'являється стандартне діалогове вікно введення ідентифікатора системи нечіткого логічного виведення.

При виборі **Grid partition** з'являється вікно введення параметрів методу ґрат, у якому потрібно вказати кількість термів для кожен вхідний змінної і тип функцій приналежності для вхідних і вихідної змінних.

При виборі **Sub. clustering** з'являється вікно введення наступних параметрів методу субкластеризації: **Range of influence** – рівні впливу вхідних змінних; **Squash factor** – коефіцієнт пригнічення; **Accept ratio** – коефіцієнт, що встановлює у скільки разів потенціал даної точки повинен бути вище потенціалу центра першого кластера для того, щоб центром одного з кластерів була призначена розглянута точка; **Reject ratio** – коефіцієнт, що встановлює у скільки разів потенціал даної точки повинен бути нижче потенціалу центра першого кластера, щоб розглянута точка була виключена з можливих центрів кластерів.

В **області навчання (Train FIS)** розташовані меню вибору методу оптимізації (**Optim. method**), поле завдання необхідної точності навчання (**Error tolerance**), поле завдання кількості ітерацій навчання (**Epochs**) і кнопка **Train Now**, натискання якого запускає режим навчання. Проміжні результати навчання виводяться в область візуалізації й у робочу область MatLab. У ANFIS-редакторі реалізовані два методи навчання: **backpropa** – метод зворотного поширення помилки, заснований на ідеях методу найшвидшого спуска; **hybrid** – гібридний метод, що поєднує метод зворотного поширення помилки з методом найменших квадратів.

В **області тестування (Test FIS)** розташовані меню вибору вибірки і кнопка **Test Now**, при натисканню на яку відбувається тестування нечіткої системи з виведення результатів в область візуалізації.

+Область виведення поточної інформації: у цій області виводиться найбільш істотна поточна інформація, наприклад, повідомлення про закінчення виконання операцій, значення помилки чи навчання тестування і т.п.