

Лабораторна робота № 4

Тема. Створення та настройка експертної системи з використанням Fuzzy Logic Toolbox математичного пакета MatLab

Мета: вивчити основи програмування в математичному пакеті MatLab у додатку Fuzzy Logic Toolbox. Навчитися створювати елементарні експертні системи з набором правил у базі даних системи.

Короткі теоретичні відомості

Fuzzy Logic Toolbox – це пакет прикладних програм, що входять до складу середовища MatLab. Він дозволяє створювати системи нечіткого логічного виведення і нечіткої класифікації в рамках середовища MatLab з можливістю їх інтеграції в Simulink.

Основні властивості:

- визначення змінних, нечітких правил і функцій належності;
- інтерактивний перегляд нечіткого логічного виведення;
- сучасні методи: адаптивне нечітке виведення з використанням нейронних мереж, нечітка кластеризація;
- інтерактивне динамічне моделювання в Simulink;
- генерація переносного C коду за допомогою Real-Time Workshop.

Пакет *Fuzzy Logic* містить п'ять графічних редакторів для представлення необхідної інформації в процесі проектування, створення і тестування нечітких моделей.

Пакет *Fuzzy Logic* містить сучасні методи нечіткого моделювання, включаючи:

- адаптивне нечітке виведення з використанням нейронних мереж для автоматичного формування функції належності в процесі навчання їх на вхідних даних;
- нечітку логіку і кластеризацію для задач розпізнавання образів;
- можливість вибору широко відомого метода Мамдані або метода Сугено для створення гібридних нечітких систем.

Пакет дозволяє роботу:

- у режимі графічного інтерфейсу;
- у режимі командного рядка;
- з використанням блоків та прикладів пакета Simulink.

Базовим поняттям *Fuzzy Logic Toolbox* є *FIS-структура* – система нечіткого виведення (*Fuzzy Inference System*). *FIS-структура* містить усі необхідні дані для реалізації функціонального відображення “входи-виходи” на основі нечіткого логічного виведення згідно зі схемою, наведеною на рис. 4.1.

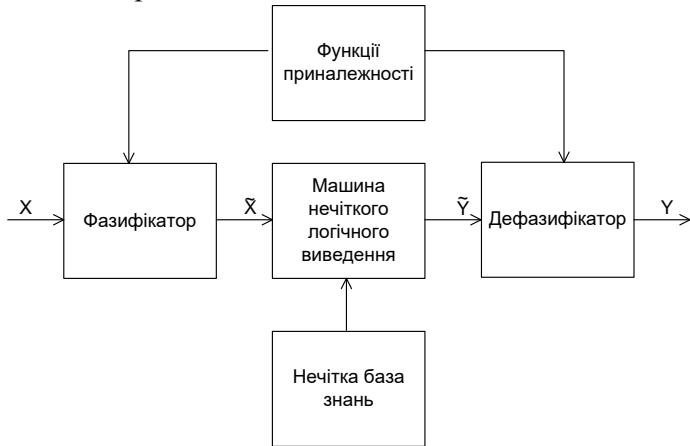


Рисунок 4.1 – Нечітке логічне виведення

Позначення: X – вхідний чіткий вектор; \tilde{X} – вектор нечітких множин, що відповідає вхідному вектору X ; \tilde{Y} – результат логічного виведення у вигляді вектора нечітких множин; Y – вихідний чіткий вектор.

Склад графічного інтерфейсу

Fuzzy Logic Toolbox містить наступні редактори:

- редактор нечіткої системи виведення *Fuzzy Inference System Editor* (*FIS Editor* або *FIS-редактор*) разом з додатковими програмами – редактором функцій належності (*Membership Function Editor*), редактором правил (*Rule Editor*), вікно перегляду правил (*Rule Viewer*) і вікно перегляду поверхні відгуку (*Surface Viewer*);
- редактор гібридних систем (*ANFIS Editor*, *ANFIS-редактор*);
- програма знаходження кластерів (програма *Clustering* – кластеризація).

Редактор нечіткої системи виведення

Командою (функцією) *fuzzy* з режиму командного рядка запускається основна інтерфейсна програма пакета *Fuzzy Logic* – редактор нечіткої системи виведення. Головне вікно наведено на рисунку 4.2.

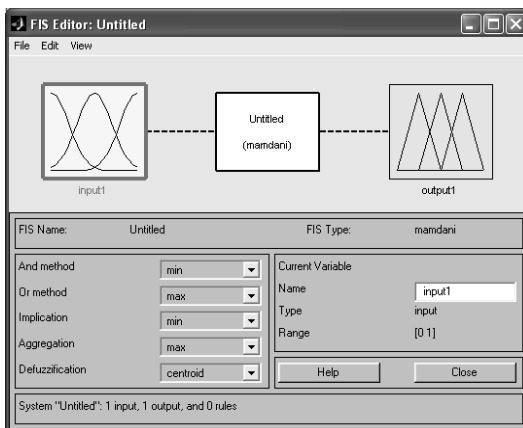


Рисунок 4.2 – Вигляд вікна *FIS Editor*

Графічний інтерфейс гібридних мереж

Головне вікно редактора *ANFIS Editor* викликається командою *anfisedit* з командного рядка, вигляд якого наведено на рисунку 4.3.

За допомогою даного редактора виконується створення або завантаження гібридної системи, перегляд структури, настроювання її параметрів, перевірка якості функціонування такої системи.

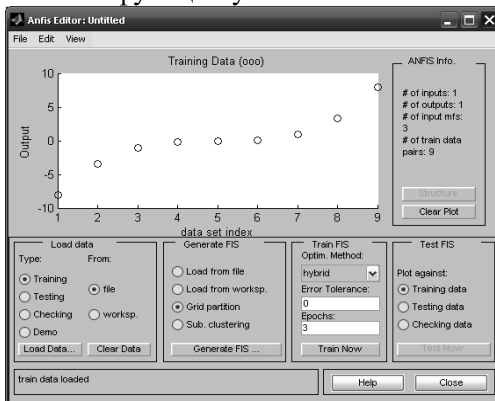


Рисунок 4.3 – Вікно редактора гібридних систем

Графічний інтерфейс програми кластеризації

Програма *Clustering* (кластеризація) дозволяє виявляти центри кластерів, тобто точки в багатовимірному просторі даних, біля яких групуються (скупчуються) експериментальні дані.

Запуск програми *Clustering* виконується командою *findcluster*. На рисунку 4.4 наведено приклад використання програми.

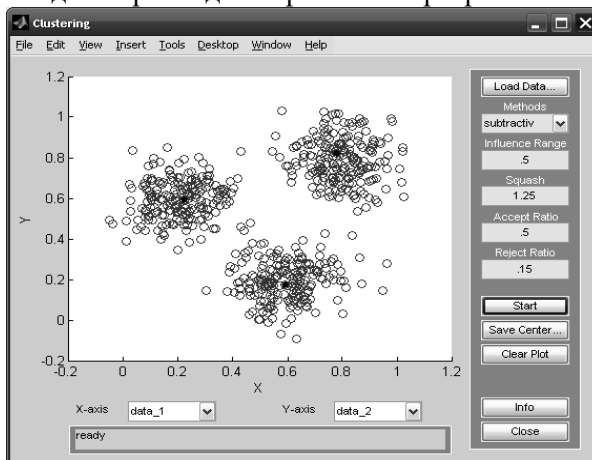


Рисунок 4.4 – Результат роботи програми *Clustering*

Робота в редакторі нечіткої системи виведення Fuzzy Inference System Editor

Для завантаження основного *fis-редактора* надрукуємо слово *fuzzy* в командному рядку. Після цього відкриється нове графічне вікно, зображене на рисунку 4.2. Для того щоб додати нову вхідну змінну, необхідно в меню *Edit* вибрати команду *Add Variable...\Input*. Для зміни імені змінної необхідно ввести нове ім'я в полі *Name* і натиснути клавішу *Enter*. Для того щоб задати ім'я системі, необхідно в меню *File* вибрати в підменю *Export* команду *To File* і ввести ім'я файла.

Щоб перейти в редактор функцій приналежності, необхідно двічі натиснути на будь-якій з функцій, де можна вибирати властивості конкретної, вікно відображено на рисунку 4.5:

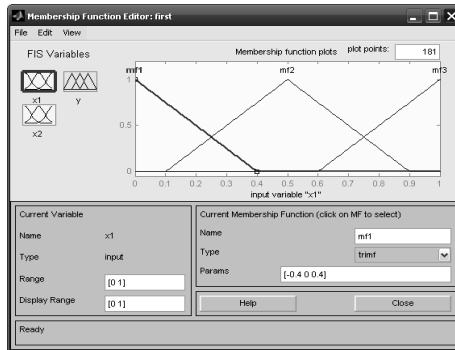


Рисунок 4.5 – Редактор функцій належності

Внизу вікна вказуються наступні властивості функції:

Current Variable:

- Name – ім'я функції;
- Type – тип (вхідна чи вихідна);
- Range – діапазон змінної;
- Display Range – відображуваний діапазон.

Current Membership Function:

- Name – ім'я поточної функції належності;
- Type – тип терму функції належності – вибирається з переліку (трикутна, трапецеїдальна, гауссові 1 та 2-го порядку та інші);
- Params – числові значення терму функції належності.

Для задання нових функцій належності для змінної необхідно в меню *Edit* вибрати команду *Add MFs...* У результаті з'явиться діалогове вікно (рисунок 4.6) вибору типу і кількості функцій належності.

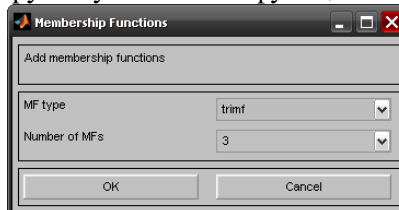


Рисунок 4.6 – Задання функцій належності

Вибравши необхідну кількість термів та їх тип, натиснути ОК.

Ім'я та числове значення термів можна змінити, виділивши необхідний, і задати у відповідних полях області *Current Membership Function* нові значення.

Редактор бази знань RuleEditor

Для виклику редактора необхідно вибрати в меню *Edit* команду *Rules...*, відобразиться головне вікно, зображене на рисунку 4.7.

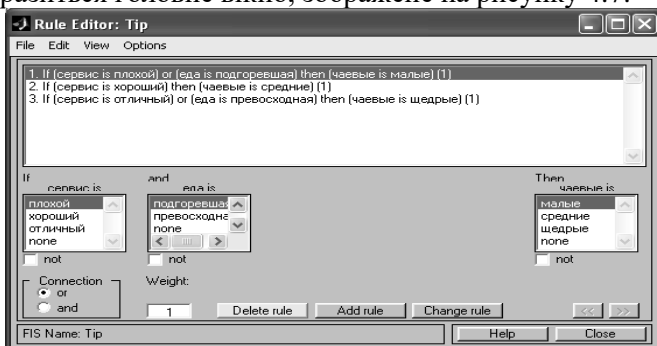


Рисунок 4.7 – Редактор правил

Для створення нових правил необхідно вибрати відповідну комбінацію термів і залежностей, вибрати тип зв'язку: *or* або *and*, вагу правила *Weight*, значення вихідної змінної та натиснути кнопку *Add rule*.

Для перегляду вікна візуалізації нечіткого логічного виведення викликаємо його командою *View rules...* меню *View*.

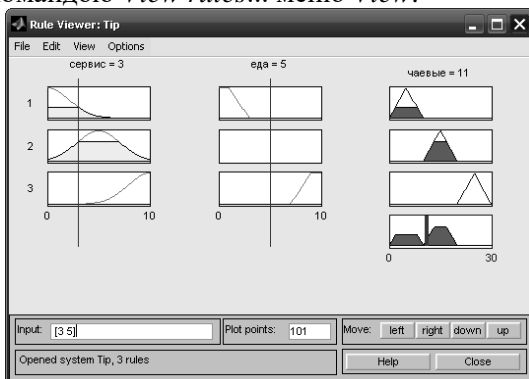


Рисунок 4.8 – Візуалізація нечіткого логічного виведення в *RuleViewer*

Можна переглянути поверхню “входи-виход”, відповідну синтезованій нечіткій системі. Для виведення цього вікна необхідно використовувати команду *View surface...* меню *View*.

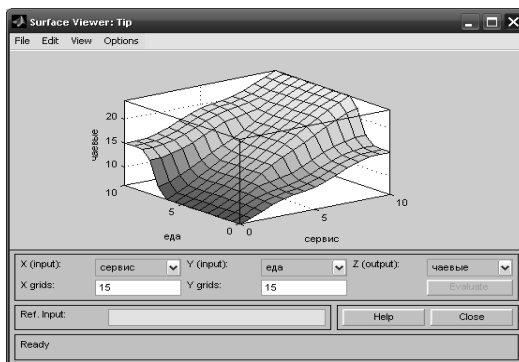


Рисунок 4.9 – Поверхня відгуку нечіткої системи

Порядок виконання роботи

1. Реалізувати експертну систему, що керує кутом повороту крана гарячої води, для підтримання напору та температури на необхідному рівні.

2. Відкрити редактор нечіткої системи виведення, прописавши в режимі командного рядка *fuzzy*.

У *Fuzzy Logic* – редакторі створити нечітку експертну систему, що має дві вхідні змінні, а саме: температура (назва змінної в редакторі *temp*) та напір води (назва змінної – *head*). Вихідна змінна – це вихід, що генерує система на базі експертних правил. Для даної системи вихідна змінна – це кут повороту крана гарячої води (назва – *valve*). Створити всі змінні та дати їм відповідні імена.

Зберегти створену систему з ім'ям *Control_temp*, вибравши в меню *File->Export->To File....*

3. Перейти в редактор функцій належності, натиснувши двічі на будь-якій з функцій. Для вхідних та вихідної змінної необхідно визначити терми, а саме їх кількість, вид (трикутні, трапецеїдальні, гауссові та ін.), діапазон зміни.

4. Візьмемо для вхідної змінної *temp* три терми: холодна (*cold*), середня (*mid*), гаряча (*hot*). Діапазон для температури [10; 80]. Задайте в редакторі відповідні значення для термів вхідної змінної *temp*, вибравши тип термів трикутний: *cold* [10 20 35], *mid* [30 35 40], *hot* [40 50 80].

5. Вхідна змінна *head* характеризує напір води, візьмемо наступні терми: малий (*small*), нормальний (*norm*) та великий (*big*). Діапазон зміни параметра [0;1] у відносних одиницях. Можна задати

наступні числові значення термів: *small* [0 0.1 0.3], *norm* [0.25 0.5 0.75], *big* [0.6 0.8 1].

6. Вихідна змінна *valve* характеризує, наскільки необхідно повернути кран гарячої води і в який бік – на закриття чи відкриття. Для більш точного регулювання визначимо п'ять термів: відкрити швидко (*open_q*), відкрити повільно (*open_s*), не змінювати (*norm*), закрити повільно (*close_s*), закрити швидко (*close_q*). Значення для термів узяти у відносних одиницях у діапазоні [-10;10]. Числові значення для термів: *open_q* [-10 -7 -5], *open_s* [-6 -3 -1], *norm* [-2 0 2], *close_s* [1 3 6], *close_q* [5 7 10].

7. Після визначення всіх змінних необхідно створити базу знань, що може складатися з будь-яких правил, але чим точніше сформулювати правила, тим краще буде працювати система. Відкрити редактор правил *Rule Editor* та задати в ньому наступні правила для експертної системи:

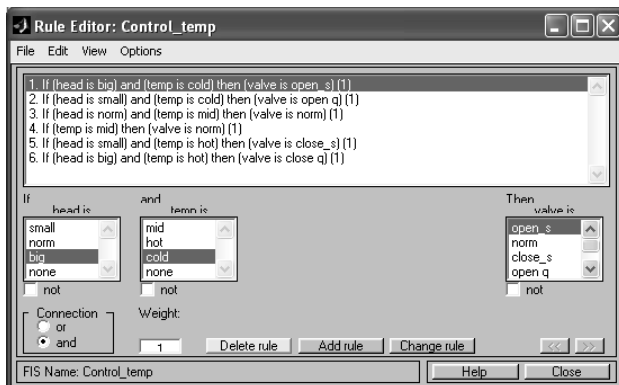


Рисунок 4.10 – Вікно редактора правил

8. Перевірити роботу системи, задаючи у вікні *Rule Viewer* значення для входних змінних (рис. 4.11). А також переглянути поверхню відгуку системи, вибравши з меню *View->Surface*.

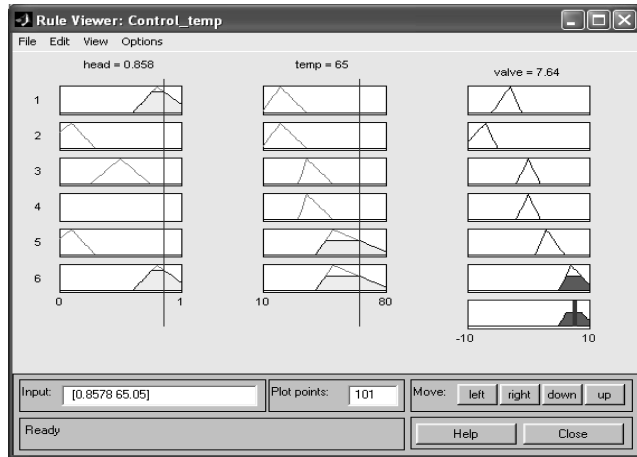


Рисунок 4.11 – Вікно перегляду роботи правил

9. Для розробленої системи самостійно змінити параметри функцій належності для досягнення кращих результатів роботи. Наприклад, можна змінити числові значення термів, тип функцій належності (трапецеїдальні, гауссові 1 та 2-го порядку), додати правила в базу знань та ін.

10. Порівняти отримані результати, зробити висновки з роботи.

Зміст звіту

1. Указати номер, тему й мету лабораторної роботи.
2. Навести *fis* – *структуру* експертної системи.
3. Відобразити початкові та оптимізовані функції належності та базу правил.
4. Зробити порівняльні висновки стосовно роботи системи з різним налаштуваннями.

Контрольні питання

1. Для чого призначений пакет *Fuzzy Logic Toolbox*? Назвати основні властивості.
2. Для чого призначений графічний редактор нечіткої системи виведення?
3. Як викликати *FIS*–*редактор*?
4. Для чого призначений графічний інтерфейс гібридних мереж?
5. Що дозволяє виконувати програма кластеризації?

6. Дати визначення експертної системи.
7. Що таке функції належності? Як викликати редактор для їх задання?
8. Які види функцій належності ви знаєте?
9. Де можна задати правила для системи?
10. Що таке поверхня відгуку нечіткої системи? Як її переглянути?
11. Які галузі застосування подібних експертних систем?
12. Пояснити принцип дії даної експертної системи.