

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тривалість роботи – 2 години.

Призначення і можливості пакету Fuzzy Logic Toolbox. Побудова нечіткої апроксимуючої системи.

Пакет Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечіткої логіки) – це сукупність прикладних програм, що відносяться до теорії *розмитих* або *нечітких* множин, які дозволяють конструювати нечіткі експертні і керуючі системи.

Основні можливості пакета:

- побудова систем нечіткого висновку (експертних систем, регуляторів, апроксиматорів залежностей);
- побудова адаптивних нечітких систем;
- інтерактивне динамічне моделювання в Simulink.

Пакет дозволяє працювати:

- у режимі графічного інтерфейсу;
- у режимі командного рядка;
- с використанням блоків і прикладів пакету Simulink.

1. Графічний інтерфейс Fuzzy Logic Toolbox

1.1. Склад графічного інтерфейсу. До складу програмних засобів Fuzzy Logic Toolbox входять наступні основні програми, що дозволяють працювати в режимі графічного інтерфейсу: редактора нечіткої системи висновку Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor або FIS-редактор) разом з допоміжними програмами – редактором функцій належності (Membership Function Editor), редактором правил (Rule Editor), браузером правил (Rule Viewer) і браузером поверхні відгуку (Surface Viewer).

Набір даних програм надає користувачеві максимальні зручності для створення, редагування і використання різних систем нечіткого висновку.

1.2. Побудова нечіткої апроксимуючої системи. Командою (функцією) **Fuzzy** з режиму командного рядка запускається основна інтерфейсна програма пакету Fuzzy Logic — редактор нечіткої системи висновку (Fuzzy Inference System Editor, FIS Editor, FIS-редактор). Вигляд вікна, що відкривається при цьому, приведено на рисунку 1.1.

Головне меню редактора містить позиції:

File – робота з файлами моделей (їхнє створення, збереження, зчитування і друк);

Edit – операції редагування (додавання і виключення вхідних і вихідних змінних);

View – перехід до додаткового інструментарію.

Сконструємо нечітку систему, що відображає залежність між змінними x і y , задану за допомогою таблиці 1.1 (легко бачити, що представлені в таблиці дані відбивають залежність $y = x^2$).

Таблиця 1.1

Залежність y від x

x	-1	-0,6	0	0,4	1
y	1	0,36	0	0,16	1

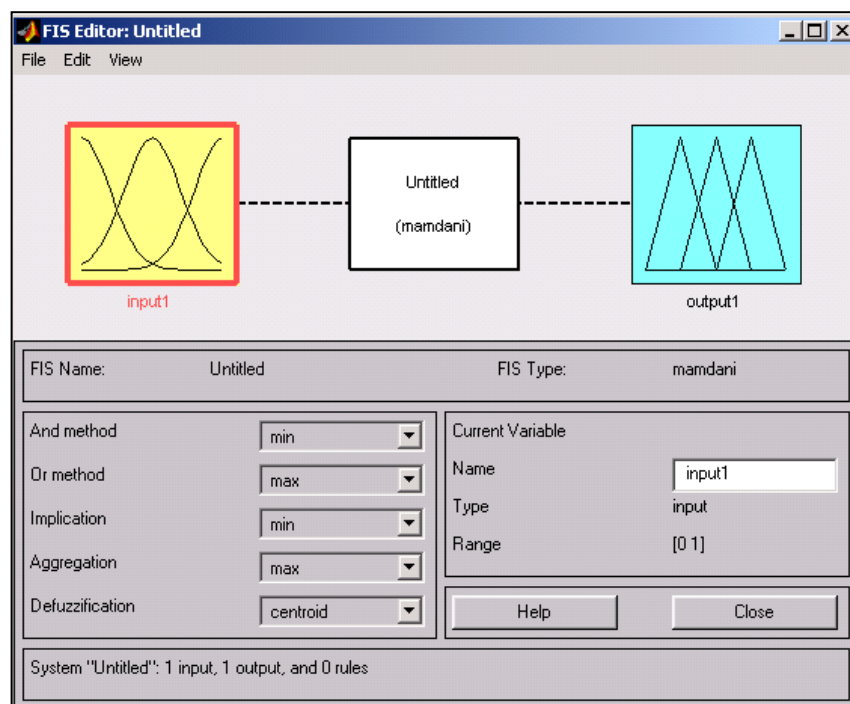


Рис. 1.1. Вид вікна FIS Editor

Необхідні дії відобразимо наступними пунктами.

1. У позиції меню **File** вибираємо опцію **New Sugeno FIS** (система типу Sugeno), при цьому в блоці зображеному білим квадратом, у верхній частині вікна редактора, з'явиться напис Untitled2 (sugeno).

2. Клікнемо лівою кнопкою миші по блоці **input 1** (вході). Потім у правій частині редактора в поле **Name** (Ім'я), замість **input 1** введемо позначення нашого аргументу, тобто x . Зверніть увагу, що якщо тепер зробити поза блоками редактора одноразовий клік миші, то ім'я відзначеного блоку зміниться на x ; те ж досягається натисненням після введення клавіші **Enter**.

3. Двічі клікнемо на цьому блоці. Перед нами відкриється вікно редактора функцій належності – **Membership Function Editor** (рис. 1.2). Ввійдемо в позицію меню **Edit** редактора і виберемо в ньому опцію **Add MFs** (Add Membership Functions). Додати функції належності. При цьому з'явиться діалогове вікно (рис. 1.3), яке дозволяє задати тип (**MF type**) і кількість (**Number of MFs**) функцій належності (у даному випадку всі вони відносяться до вхідного

сигналу, тобто до змінної x). Виберемо гауссівські функції належності (**gaussmf**), а їхню кількість задамо рівною п'яти – за числом значень аргументів у таблиці 1.1. Створенні за умовчанням функції належності видалемо. Підтвердимо введення інформації натисканням кнопки **ОК**, після чого відбудеться повернення до вікна редактора функцій належності.

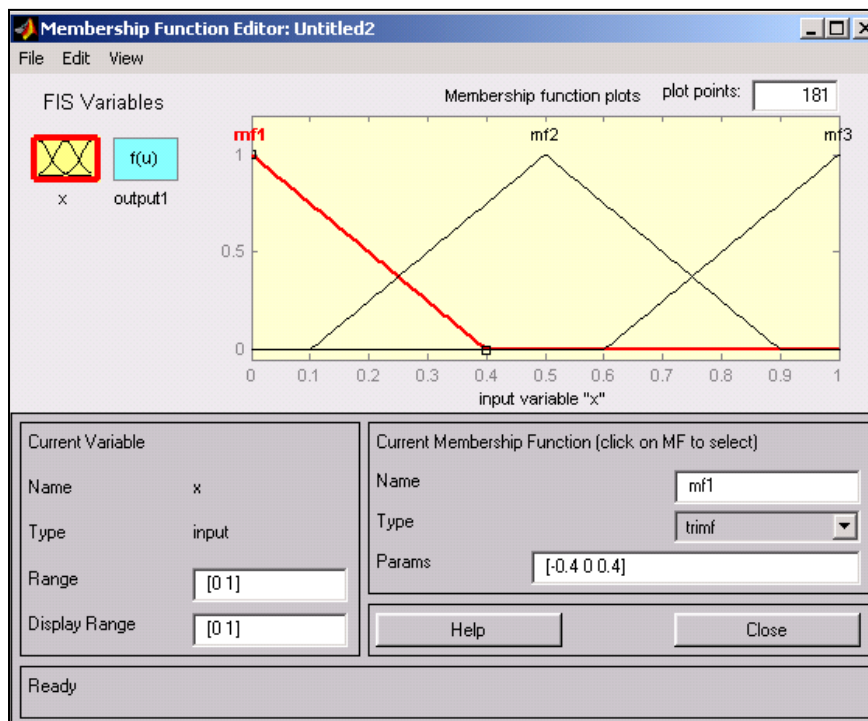


Рис. 1.2. Вікно редактора функцій належності

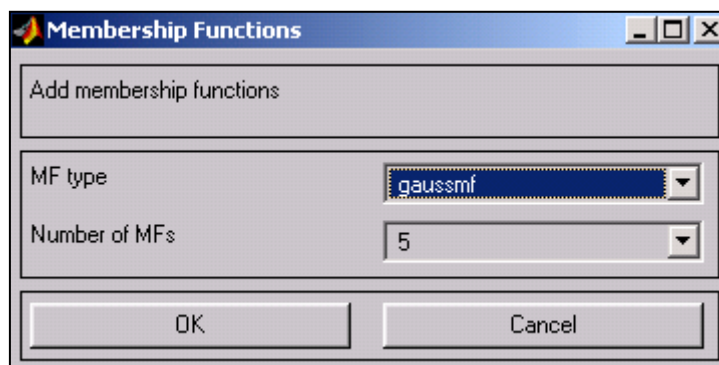


Рис. 1.3. Діалогове вікно задання типу і кількості функцій належності

4. У полі **Range** (Діапазон) встановимо діапазон зміни x від -1 до 1, тобто діапазон, що відповідає таблиці 1.1. Клікнемо потім лівою кнопкою миші у полі редактора (або нажмемо клавішу введення **Enter**). Зверніть увага, що після цього відбудеться відповідна зміна діапазону в полі **Display Range** (Діапазон дисплея).

5. Звернемося до графіків заданих нами функцій належності, зображеним у верхній частині вікна редактора функцій належності. Для успішного вирішення поставленої задачі необхідно, щоб ординати максимумів цих функцій збігалися з заданими значеннями аргументу x . Для лівої, центральної і правої функцій така умова виконана, але дві інші необхідно «підсунути» уздовж осі абсцис. «Пересування» робиться досить просто: підводимо курсор до потрібної кривої і

клацаємо лівою кнопкою миші. Крива виділяється, офарблюючись в червоний колір, після чого за допомогою курсору її можна підсунути в потрібну сторону (більш точну установку можна провести, змінюючи числові значення в полі **Params** (Параметри) – у даному випадку кожній функції належності відповідають два параметри, при цьому перший визначає розмах кривої, а другий – положення її центра). Для обраної кривої, крім цього, у полі **Name** можна змінювати ім'я (завершуючи введення кожного імені натисканням клавіші **Enter**). Зробимо необхідні переміщення кривих і задамо всім п'яти кривим нові імена:

- самій лівій – bn,
- наступній – n,
- центральній – z,
- наступній за нею (праворуч) – p,
- самій правій – bp.

Натиснемо кнопку **Close** і вийдемо з редактора функцій належності, повернувшись при цьому у вікно редактора нечіткої системи (**FIS Editor**).

6. Зробимо одноразовий клік лівою кнопкою миші на полі блоку **output1** (вихід). У вікні **Name** замінимо ім'я **output1** на **u**.

7. Двічі клікнемо по відзначеному блоці і перейдемо до редактора функцій належності. У позиції меню **Edit** виберемо опцію **Add MFs**. Діалогове вікно (рис. 1.4) дозволяє задати як функції належності тільки лінійні (linear) або постійні (constant) – у залежності від того, який алгоритм Sugeno (1-го або 0-го порядку) ми вибираємо. У розглянутій задачі необхідно вибрати постійні функції належності у кількості 4 (за числом різних значень u у таблиці 1.1). Підтвердимо введення даних натисканням кнопки **OK**, після чого відбудеться повернення у вікно редактора функцій належності.

8. Діапазон (**Range**) зміни, встановлюється за замовчуванням, змінювати його не потрібно. Змінимо лише імена функцій належності (їхній графіки при використанні алгоритму Sugeno для вихідних змінних не приводяться), наприклад, задавши їх як відповідні числові значення u , тобто: 0, 0,16, 0,36, 1; одночасно ці ж числові значення введемо в поле **Params** (рис. 1.4). Потім закриємо вікно натисканням кнопки **Close** і повернемося у вікно FIS-редактора.

9. Двічі клікнемо лівою кнопкою миші на середньому блоці, при цьому розкриється вікно ще однієї програми – редактора правил (**Rule Editor**). Введемо відповідні правила. При введенні кожного правила необхідно позначити відповідність між кожною функцією належності аргументу x і числовим значенням u . Крива, позначена нами bn, відповідає $x = -1$, тобто $u = 1$. Виберемо, тому в лівому полі (із заголовком x is) bn, а в правому 1 і натиснемо кнопку **Add rule** (Додати правило). Введене правило з'явиться у вікні правил і буде являти собою запис: *1. If (x is bn) then (y is 1) (1)*. Аналогічно зробимо для всіх інших значень x , у результаті чого сформується набір з 5 правил (рис. 1.5). Закриємо вікно редактора правил і повернемося у вікно FIS-редактора. Побудова системи закінчена і можна почати її дослідження. Відмітимо, що більшість опцій вибиралося нами за замовчуванням.

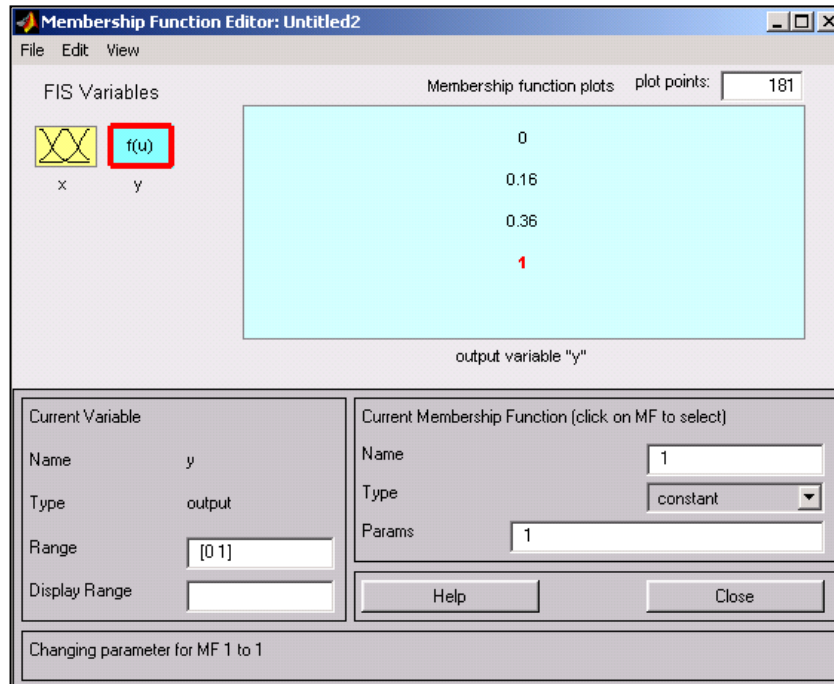


Рис. 1.4. Параметри функцій належності змінної y

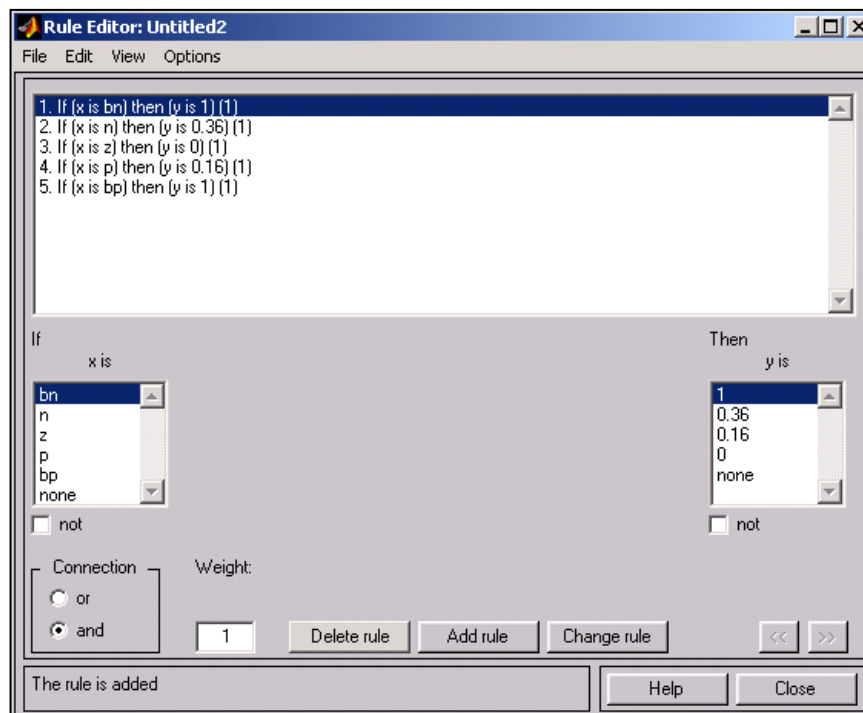


Рис. 1.5. Редактор правил

10. Попередньо збережемо на диску (використовуюючи пункти меню **File/Save to disk as...**) створену систему під яким-небудь іменем, наприклад, **Proba**.

11. Виберемо позицію меню **View**. Як видно з підменю, за допомогою пунктів **Edit membership functions** і **Edit rules** можна зробити перехід до двох вищерозглянутих програм – редакторів функцій належності і правил (те ж можна зробити і натисканням клавіш **Ctrl+2** або **Ctrl+3**). Виберемо пункт **View rules**, при цьому відкриється вікно (рис. 1.6) ще однієї програми – перегляду правил (**Rule Viewer**).

12. У правій частині вікна в графічній формі представлені функції належності аргументу x , у лівій – змінної виходу y з поясненням механізму ухвалення рішення. Червона вертикальна лінія, яку можна переміщувати за допомогою курсору, дозволяє змінювати значення змінної входу (це ж можна робити, задаючи числові значення в поле **Input** (Вхід)), при цьому відповідно змінюються значення y у правій верхній частині вікна. Задамо, наприклад, $x = 0,5$ у поле **Input** і натиснемо потім клавішу введення (**Enter**). Значення y відразу зміниться і стане рівним **0,202**. Таким чином, за допомогою побудованої моделі і вікна перегляду правил можна вирішувати задачу інтерполяції. Зміна аргументу шляхом переміщення червоної вертикальної лінії наочно демонструє, як система визначає значення виходу.

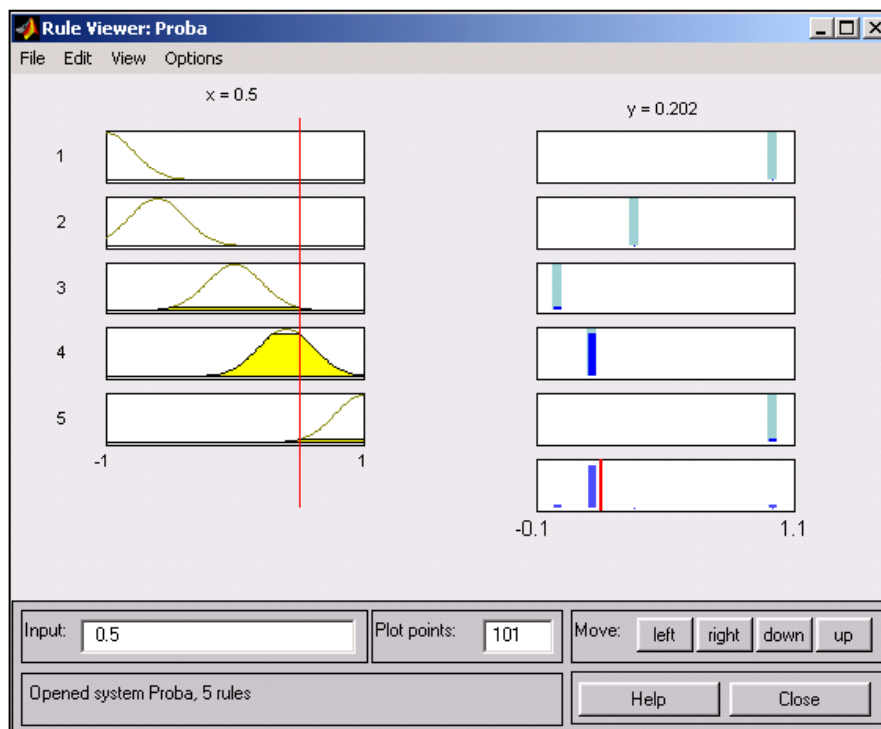


Рис. 1.6. Вікно перегляду реалізації правил

13. Закриємо вікно перегляду правил і вибором пункту меню **View/View surface** перейдемо до вікна перегляду поверхні відгуку (виходу), у нашому випадку – до перегляду кривої $y(x)$ (рис. 1.7). Видно, що змодельоване системою за таблицею даних (табл. 1.1) відображення не дуже нагадує функцію x^2 . Нічого дивного в цьому немає: число експериментальних точок невелике, та й параметри функцій належності (для x) обрані, швидше за все, неоптимальним образом. Нижче ми розглянемо можливість поліпшення якості подібної моделі.

На закінчення розгляду прикладу відзначимо, що за допомогою вищевказаних програм-редакторів на будь-якому етапі проектування нечіткої моделі в неї можна внести необхідні корективи, аж до задання особливої функції належності.

З опцій, встановлюваних у FIS-редакторі за замовчуванням при використанні алгоритму Sugeno, можна відзначити:

- логічний висновок організується за допомогою операції множення (prod);
- композиція – за допомогою операції логічної суми (ймовірнісного АБО, probor);

– приведення до чіткості – дискретним варіантом центроїдного методу (зваженим середнім, wtaver).

Використовуючи відповідні поля в лівій нижній частині вікна FIS-редактори, дані опції можна, при бажанні, змінити.

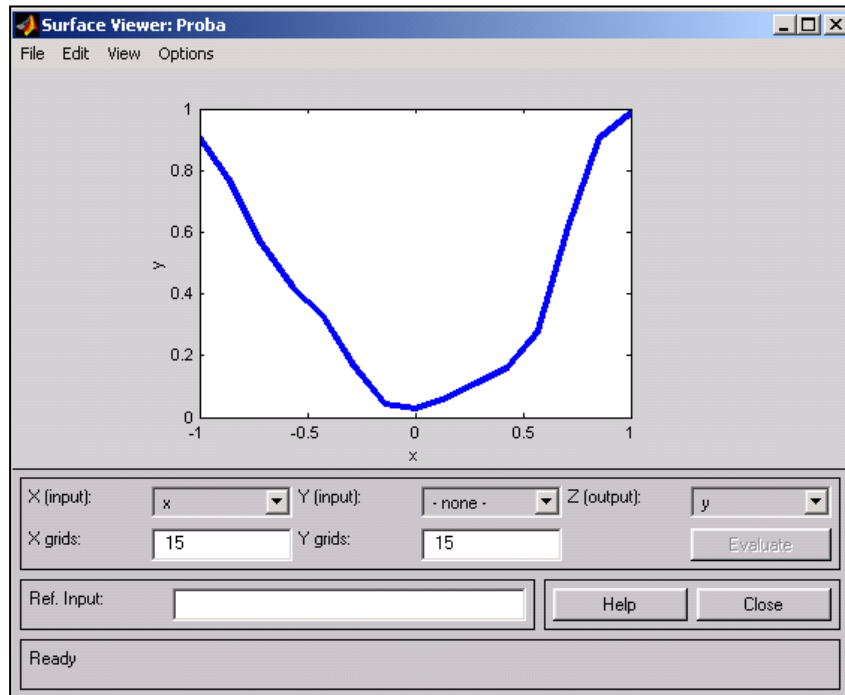


Рис. 1.7. Вікно перегляду поверхні відгуку

Завдання

1. Реалізувати наведений приклад.
2. Згідно власного варіанту, створити нечітку експертну систему, яка опрацюватиме формулу: $y = N \cdot x^3$ (N – номер варіанту).