

Лабораторна робота №2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ НЕЧІТКОГО ВИВОДУ СУГЕНО

Мета роботи: освоїти методику проектування системи нечіткого виводу на основі розробки та використання баз знань продукційних правил з використанням алгоритму Сугено. Провести порівняльний аналіз алгоритмів Мамдані і Сугено.

3.1 Основні поняття

Розглянемо основні етапи проектування систем нечіткого виводу за алгоритмом Сугено на прикладі задачі візуалізації поверхні, яка реалізує залежність $y = (x_1^2 - 8)\cos x_2$ на відрізку $x_1 \in [0,4]$, $x_2 \in [0,4]$ (рис.2.1). Відмінність СНВ алгоритму Сугено полягає у проектуванні вихідних змінних. Формування бази правил систем нечіткого виводу наступного формату:

Правило <#>: **Якщо** «змінна 1=значення А» і «змінна 2=В» **Тоді** « $y = k_1A + k_2B + k_0$ »

або

Правило <#>: **Якщо** «змінна 1 = значення А» і «змінна 2 = В» **Тоді** « $y = C$ »

3.2 Метод проектування та використання систем за алгоритмом Сугено

Моделювання заданої поверхні будемо реалізовувати за допомогою наступних правил бази знань:

1. Якщо x_1 та x_2 низькі, тоді $y = -10$
2. Якщо x_1 низьке, тоді $y = 3,75x_2 - 10$
3. Якщо x_1 низьке і x_2 вище середнього, тоді $y = 7$
4. Якщо x_1 та x_2 високі, тоді $y = -10$
5. Якщо x_2 низьке, тоді $y = 4x_1 - 10$
6. Якщо x_1 високе, тоді $y = 15 - 3,75x_2$
7. Якщо x_2 високе, тоді $y = 15 - 3,75x_1$
8. Якщо x_1 низьке і x_2 високе, тоді $y = 7$
9. Якщо x_1 середнє і x_2 середнє, тоді $y = 7$
10. Тоді проектування системи нечіткого виводу типу Сугено лежить у виконанні наступної послідовності кроків.

Крок 1. Для завантаження основного fis-редактору надрукуємо слово **fuzzy** у командному рядку Matlab.

Крок 2. Оберемо тип системи. Для цього в меню **File** в підменю **New fis...** оберемо команду **Sugeno**.

Крок 3. Додамо другу вхідну змінну. Для цього в меню **Edit** оберемо команду **Add input**.

Крок 4. Перейменуємо першу вхідну змінну. Для цього зробимо одне натиснення лівої кнопки миші на блоці **input1**, введемо нове позначення **x1** в полі редагування імені поточної змінної і натиснемо **<Enter>**.

Крок 5. Перейменуємо другу вхідну змінну. Для цього зробимо одне натиснення лівою кнопкою миші на блоці **input2**, введемо нове позначення **x2** в полі редагування імені поточної змінної і натиснемо **<Enter>**.

Крок 6. Перейменуємо вихідну змінну. Для цього зробимо одне натиснення лівою кнопкою миші на блоці **output1**, введемо нове позначення **y** в полі редагування імені поточної змінної і натиснемо **<Enter>**.

Крок 7. Задамо ім'я системи. Для цього в меню **File** в підменю **Export** оберемо команду **To disk** і введемо ім'я файла, наприклад, **FirstSugeno**.

Крок 8. Перейдемо в редактор функцій належності. Для цього зробимо швидке подвійне натиснення лівої кнопки миші на блоці **x1**.

Крок 9. Зададимо діапазон змін змінної **x1**. Для цього надрукуємо **0 4** в полі **Range** і натиснемо **<Enter>** (див. рис.3.1).

Крок 10. Задамо функції належності змінної x_1 . Для лінгвістичної оцінки цієї змінної будемо використовувати 3 терми з трикутними функціями належності, які встановлені за замовченням. Задамо найменування термів змінної x_1 . Для цього робимо одне натиснення лівою кнопкою миші по графіку першої функції належності.

Крок 11. Аналогічно задамо функції належності змінної x_2 . Для лінгвістичної оцінки цієї змінної будемо використовувати 4 терми з трикутними функціями належності. Для цього активізуємо змінну x_2 за допомогою натиснення лівої кнопки миші на блоці x_2 . Задамо діапазон змін X_2 . Для цього надрукуємо 0 4 в полі **Range** і натиснемо **<Enter>**. Задамо найменування 4 термів (наприклад, **L Низький, A Середній, HA Вище середнього, H Високий**).

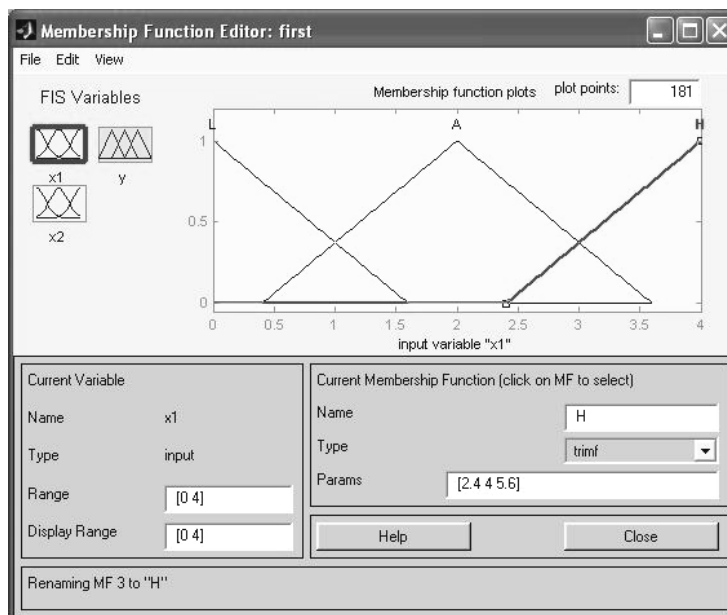


Рис 3.1. Функції належності змінної X_1

Крок 12. Задамо лінійні залежності між входами і виходом, яке наведене в базі знань. Для цього активуємо змінну y за допомогою натиснення лівої кнопки на блоці y . В правому верхньому куті можуть з'явитися позначення функцій належності, кожна з яких відповідає одній лінійній залежності між входами і виходом. В базі знань, яка наведена на початку файлу, вказані 6 різних залежностей:

$y = -10$; $y = 7$; $y = 3,75 x_1 - 10$; $y = 4 x_1 - 10$;
 $y = -3,75 x_1 + 15$; $y = -3,75 x_2 + 15$. Додамо ще необхідну кількість функцій залежності шляхом обирання команди **Add Mfs...** меню **Edit**.

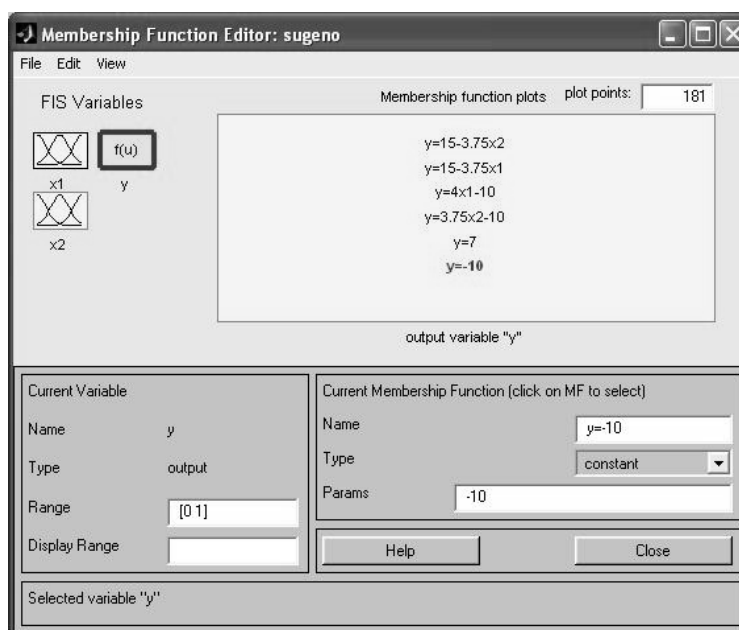


Рис 3.2. Вікно лінійних залежностей «входи-вихід»

Крок 13. Задамо найменування і параметри цих залежностей. Для цього робимо одне натиснення лівою кнопкою миші по імені першої залежності **mf1**. Потім друкуємо назву залежності, наприклад **y=-10**, в полі **Name**, і встановлюємо тип залежності – константа шляхом обирання опції **Constant** в меню **Type**. Після цього вводимо значення параметру – **-10** в полі **Params**. Аналогічну процедуру робимо для другої змінної **y=7**.

Для третьої функції **mf3** введемо найменування, наприклад, **y=3.75x1-10**. Потім вкажемо лінійний тип залежності шляхом вибору опції **Linear** в меню **Type** і введемо параметри залежності **3.75 0 -10** в полі **Params**. Для лінійної залежності порядок параметрів наступний: перший параметр – коефіцієнт при першій змінній, другий – при другій і т.д., останній параметр – вільний член залежності. Таким ж чином введемо назви і параметри для всіх 6 функцій належності змінної **y**.

В результаті отримуємо графічне вікно, яке представлено на рис. 3.2.

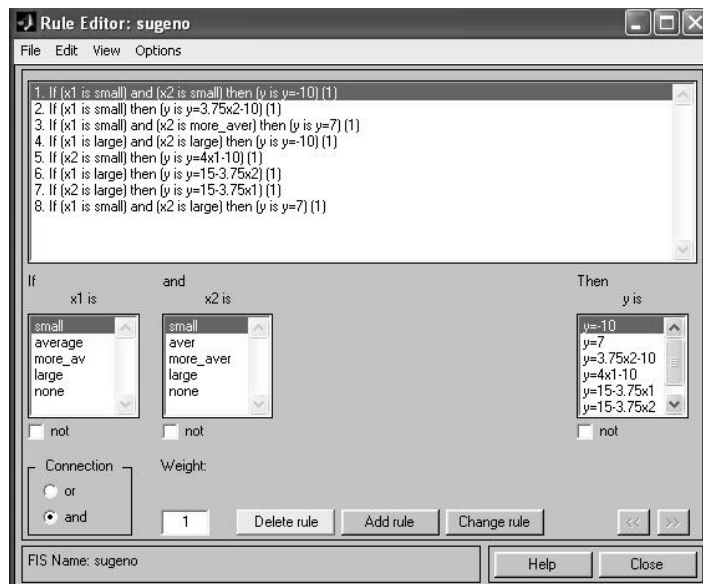


Рис 3.3. Нечітка база знань для системи типу Сугено

Крок 14. Перейдемо в редактор бази знань **RuleEditor**. Для цього оберемо в меню **Edit** команду **Edit rules...** і введемо правила. Для вводу правила необхідно обрати відповідну комбінацію термів і залежностей і натиснути кнопку **Add rule**. На рис. 3.3 зображене вікно редактору бази знань після введення усіх 6 правил.

На рис. 3.4 приведено вікно візуалізації нечіткого логічного виводу. Це вікно активується командою **View rules...** меню **View**. В полі **Input** вказуються значення вхідних змінних, для яких виконується логічний вивід. Як можна побачити з рисунку, значення вихідної змінної, розраховується як середнє зважене значення результатів виходу за кожним правилом.

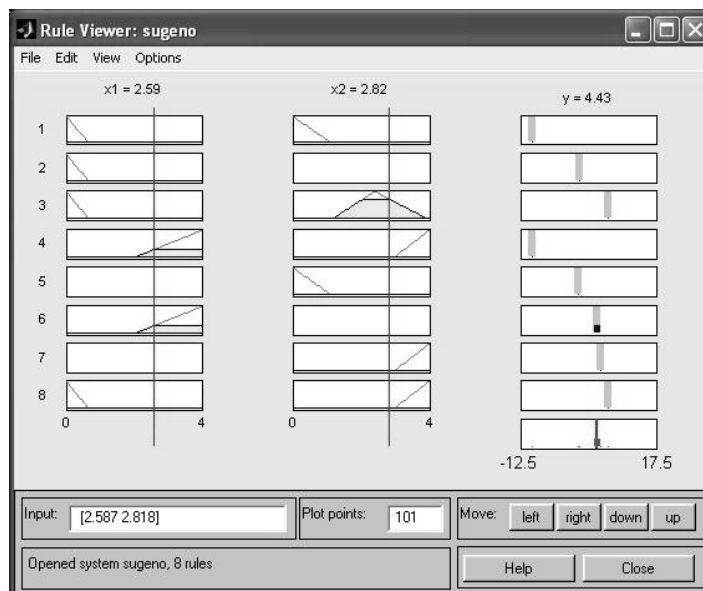


Рис. 3.4 Візуалізація нечіткого логічного виводу для системи типу Сугено

На рис. 3.5 приведена поверхня “входи-вихід”, яка відповідає синтезованій нечіткій системі. Для виведення цього вікна необхідно використати команду **View surface...** меню **View**. Порівнюючи цю поверхню і поверхню на рис. 1, можна зробити висновок, що нечіткі правила достатньо добре описують складну лінійну залежність. При цьому, модель типу Сугено більш точна. Перевага моделей типу Мамдані полягає у тому, що правила бази знань є прозорі і інтуїтивно зрозумілі, таді як для моделей типу Сугено не завжди ясно які лінійні залежності «входи-вихід» необхідно використовувати.

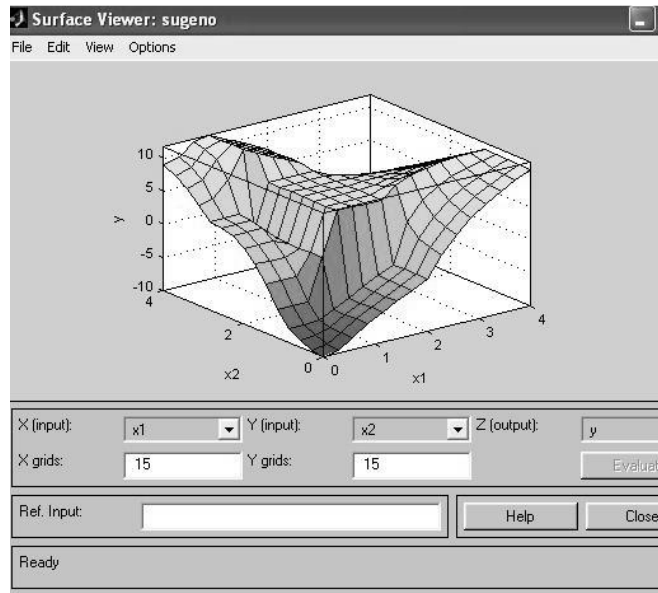


Рис 3.5. Поверхня “вхід-вихід” для системи алгоритму Сугено

3.3 Завдання для самостійної роботи.

1. Створити систему нечіткого виводу Сугено, яка моделює залежність y при $x_1 \in [-7,3]$; $x_2 \in [-4.5,2]$ 2.1.
2. Створити систему нечіткого виводу Сугено, яка відтворює поверхню $y = \ln(x_1 + 1)\cos(x_2)$ при $x_1 \in [1,5]$; $x_2 \in [0,2]$
3. Створити систему нечіткого виводу Сугено, яка відтворює поверхню $y = \ln(x_1 + 1)\frac{1}{1 + x_2}$ при $x_1 \in [1,5]$; $x_2 \in [0,2]$