

Міністерство Освіти і Науки України
Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка
Факультет Інформаційних Технологій
Кафедра Інформаційних систем та технологій

Звіт з лабораторної роботи № 5
з дисципліни «Data Science та машинне навчання»
Тема: « Дослідження впливу методу дефазифікації на результати
нечіткого логічного висновку »

Виконав студент 1-го курсу
магістратури
групи ІРма-12
Гаврасієнко Є.О.

Київ – 2025

Мета роботи:

1. Побудувати систему нечіткого логічного висновку, яка моделює задану аналітичну залежність у вказаному діапазоні.
2. Визначити метод дефазифікації, застосування якого забезпечує найкращу якість нечіткого логічного висновку.

Завдання:

1. Аналітичну залежність вибрати з табл. 1 згідно з варіантом.
2. Кількість термів для лінгвістичної оцінки входних та вихідної змінних вибрати з табл. 1 згідно з варіантом.
3. Найменше та найбільше значення вихідної змінної визначити шляхом розв'язання відповідної задачі оптимізації.
4. Базу знань згенерувати за допомогою спостереження за тривимірним графіком даної аналітичної залежності.
5. Дослідження проводити для системи нечіткого логічного висновку типу Мамдані.
6. Критерієм якості нечіткого логічного висновку є середня абсолютна нев'язка між експериментальними даними та результатами нечіткого логічного висновку.
7. Нев'язку визначити для 100 експериментальних точок.
8. Експериментальні точки згенерувати з заданої аналітичної залежності.
9. Зміну методу дефазифікації проводити програмно за допомогою функції setfis.
10. Побудувати поверхні нев'язок для кожного методу дефазифікації

Хід роботи

1.1 Згідно таблиці варіантів та списку студентів групи, обрано варіант №2. Відповідно, входні дані будуть наступні:

Варіант	Аналітична залежність	Кількість термів		y	Діапазони	
		a	b		a	b
2	$y = \frac{(a^2 + b^3)}{(a + b)}$	4	4	5	[0, 20]	[6, 10]

Побудуємо тривимірну поверхню заданої аналітичної залежності за допомогою команд візуалізації інструменту Matlab:

```

n = 100;
a = linspace(0, 20, n);
b = linspace(6, 10, n);
y = zeros(n);

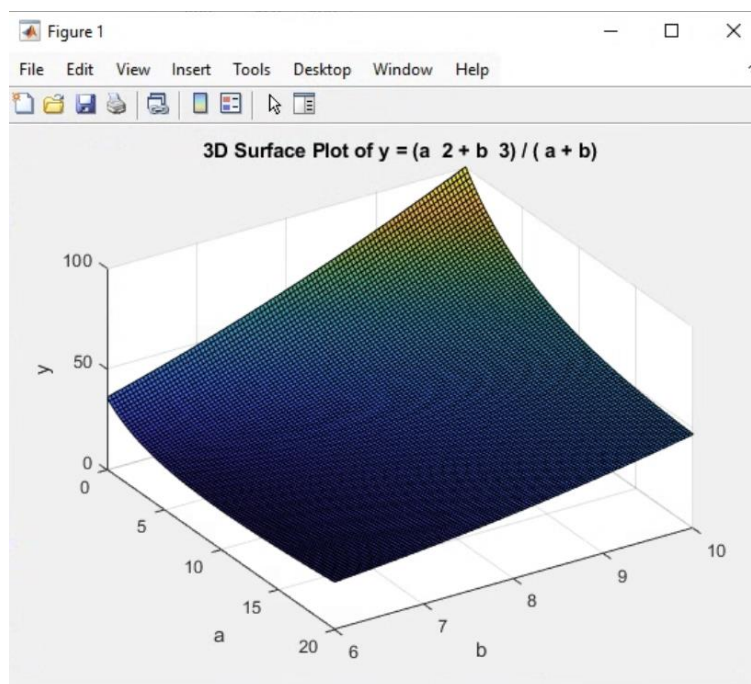
for i = 1:n
    for j = 1:n
        y(j,i) = (power(a(i), 2) + power(b(j), 3)) / (a(i) + b(j));
    end
end

surf(a, b, y);

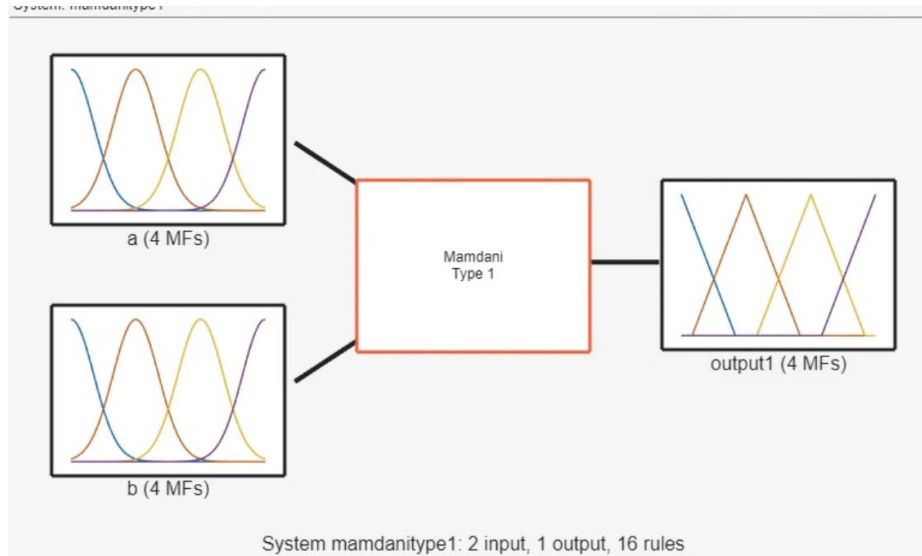
xlabel('a');
ylabel('b');
zlabel('y');
title('3D Surface Plot of y = (a ^ 2 + b ^ 3) / ( a + b)');

```

Отримана 3Д форма аналітичної функції виглядатиме наступним чином:



1.2 У нас утворилась база для системи нечіткого висновку . За замовчуванням, система була створена за типом **Mamdani**. Командою **fuzzyLogicDesigner** відкриємо редактор систем нечіткого висновку та додамо ще одну змінну.



Перейдемо до кожної з змінних по черзі і зробимо наступне:

- Встановлюємо для кожної змінної її проміжок
 - для $a = [0, 20]$
 - для $b = [6, 10]$
- Видаляємо всі початкові автоматично додані системою терми за допомогою опції меню **Remove All MFs** і за допомогою функції **Add MFs** меню **Edit** встановимо задану кількість термів для кожної змінної
 - для $a = 4$
 - для $b = 4$

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name:

Range:

Number of MFs: 4

Name	Type	Parameters
Нижче1	Gaussian	[2.359 5.551e-17]
Нижче2	Gaussian	[2.359 6.667]
Вище1	Gaussian	[2.359 13.33]
Вище2	Gaussian	[2.359 20]

PROPERTY EDITOR: INPUT

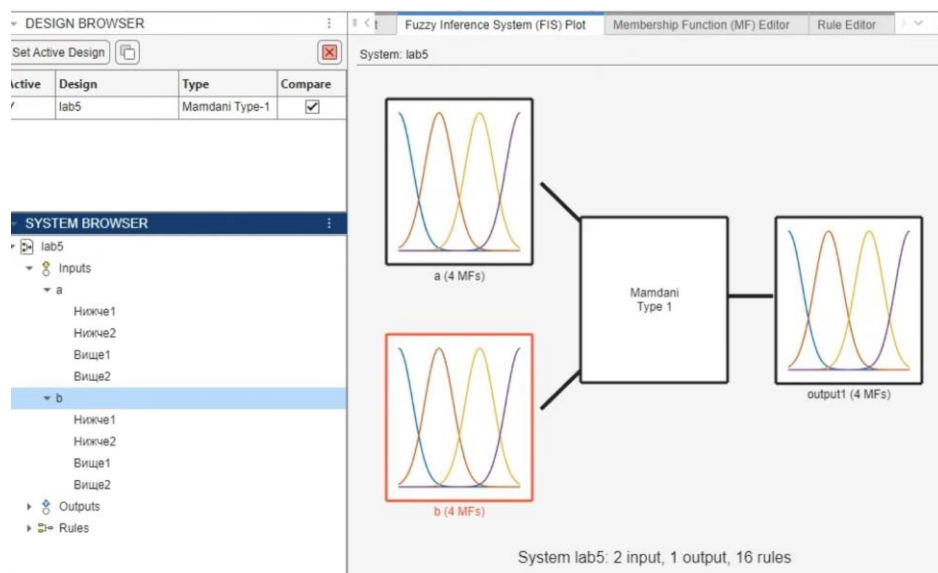
Name:

Range:

Number of MFs: 4

Name	Type	Parameters
Нижче1	Gaussian	[0.4718 6]
Нижче2	Gaussian	[0.4718 7.333]
Вище1	Gaussian	[0.4718 8.667]
Вище2	Gaussian	[0.4718 10]

Оберемо функції належностей для вхідних і вихідних значень як gaussmf. Клікаючи на кожну лінію терми на графіку по черзі, змінюємо її назву з автозгенерованої на “**Вище\Нижче**” відносно центру графіка. Це знадобиться нам для створення нечітких правил:



1.3 Командою **Rules** меню **View** відкриваємо вікно перегляду бази знань. Звідти, відкриваємо опцію меню View->Edit Rules та шляхом візуальних спостережень за поверхнею заданої аналітичної залежності додаємо правила у базу знань:

DESIGN BROWSER

Set Active Design

Active	Design	Type	Compare
✓	lab5	Mamdani Type-1	✓

SYSTEM BROWSER

lab5

Inputs

a

Нижче1

Нижче2

Вище1

Вище2

b

Нижче1

Нижче2

Вище1

Вище2

Outputs

Rules

Fuzzy Inference System (FIS) Plot

Membership Function (MF) Editor

Rule Editor

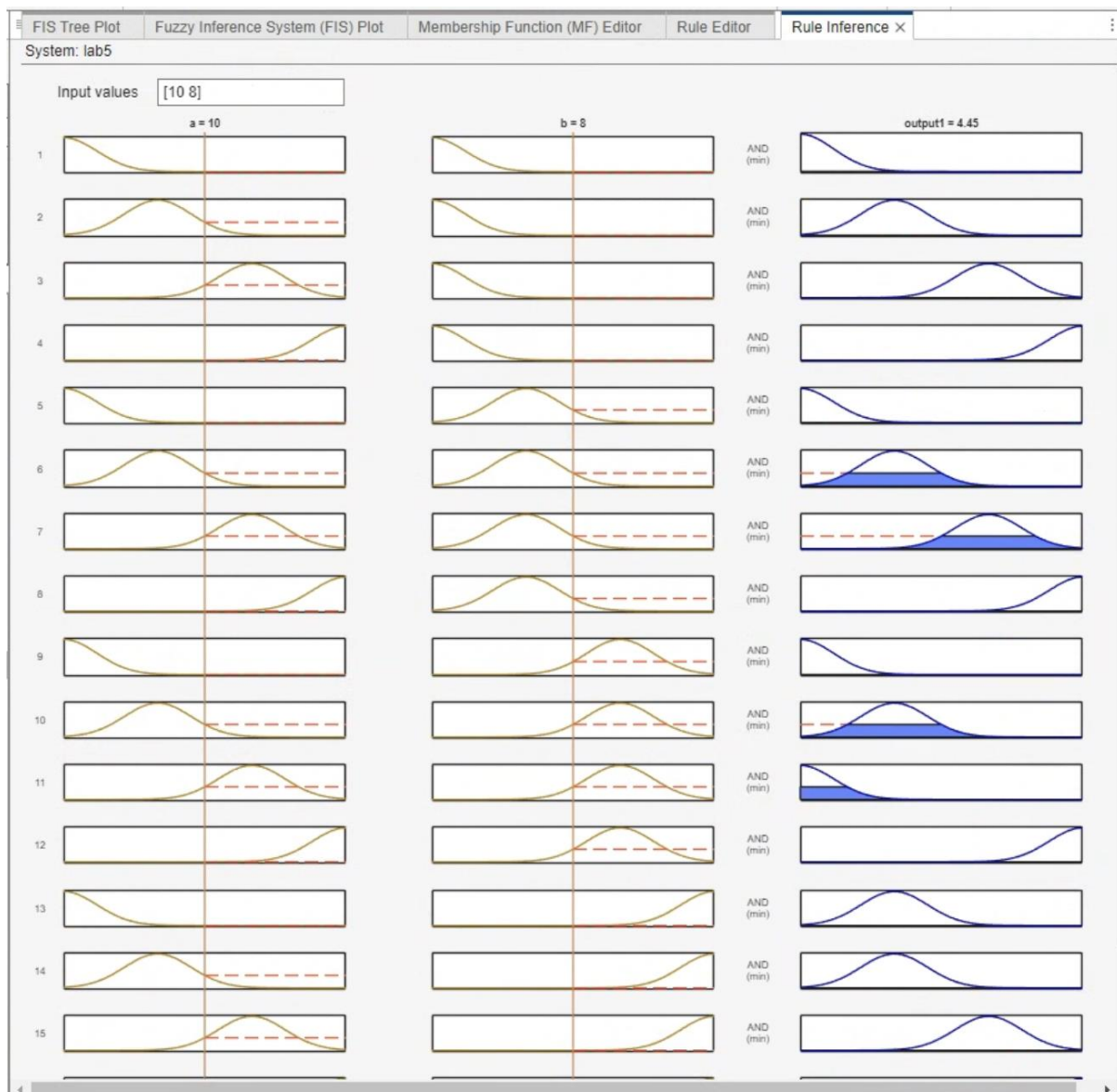
System: lab5

Add All Possible Rules

Clear All Rules

	Rule	Weight	Name
1	If a is Нижче1 and b is Нижче1 then output1 is Нижче1	1	rule1
2	If a is Нижче2 and b is Нижче1 then output1 is Нижче2	1	rule2
3	If a is Вище1 and b is Нижче1 then output1 is Вище1	1	rule3
4	If a is Вище2 and b is Нижче1 then output1 is Вище2	1	rule4
5	If a is Нижче1 and b is Нижче2 then output1 is Нижче1	1	rule5
6	If a is Нижче2 and b is Нижче2 then output1 is Нижче2	1	rule6
7	If a is Вище1 and b is Нижче2 then output1 is Вище1	1	rule7
8	If a is Вище2 and b is Нижче2 then output1 is Вище2	1	rule8
9	If a is Нижче1 and b is Вище1 then output1 is Нижче1	1	rule9
10	If a is Нижче2 and b is Вище1 then output1 is Нижче2	1	rule10
11	If a is Вище1 and b is Вище1 then output1 is Нижче1	1	rule11
12	If a is Вище2 and b is Вище1 then output1 is Вище2	1	rule12
13	If a is Нижче1 and b is Вище2 then output1 is Нижче2	1	rule13
14	If a is Нижче2 and b is Вище2 then output1 is Нижче2	1	rule14
15	If a is Вище1 and b is Вище2 then output1 is Вище1	1	rule15
16	If a is Вище2 and b is Вище2 then output1 is Вище2	1	rule16

Подивимось, як застосовуються правила, у вікні перегляду бази знань:



2.1 Модифікуємо раніше написану програму таким чином, щоб порахувати нев'язку для різних методів дефазифікації. Кінцева програма виглядатиме наступним чином:

```
n=100;
a = linspace(0, 20, n);
b = linspace(6, 10, n);

inp = zeros(n*n, 2);
out = zeros(n*n, 1);

l = 1;
for i = 1:n
    for j = 1:n
        inp(l, 1) = a(i);
        inp(l, 2) = b(j);
```

```

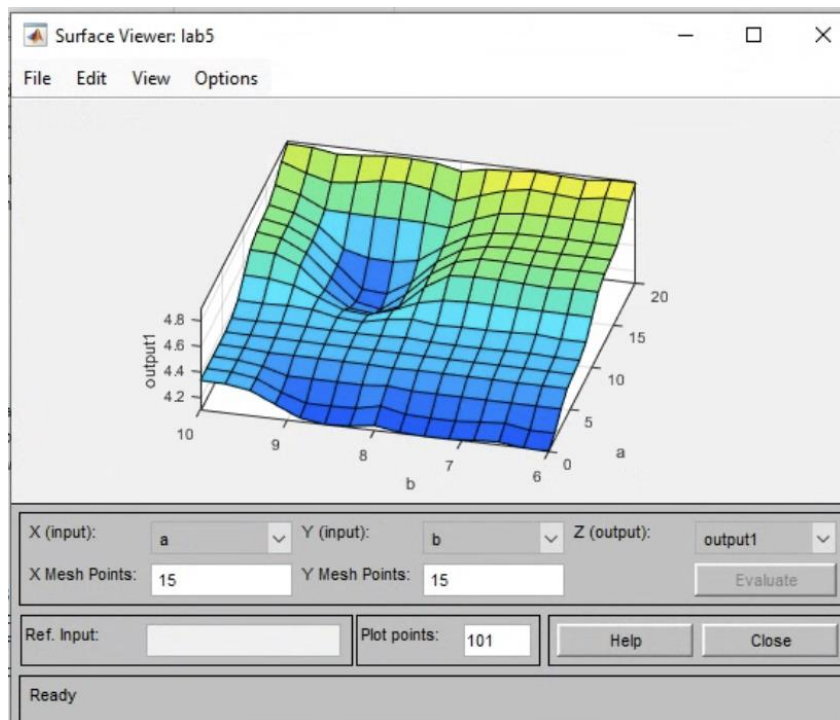
        out(1) = (power(a(i), 2) + power(b(j), 3)) / (a(i) + b(j));
        l = l + 1;
    end
end

ff = readfis('lab5');
ff.DefuzzificationMethod = 'lom';
outff = evalfis(inp,ff);
unmatch = sum(abs(outff-out)) / (n*n);
surfview(ff)
disp(unmatch)

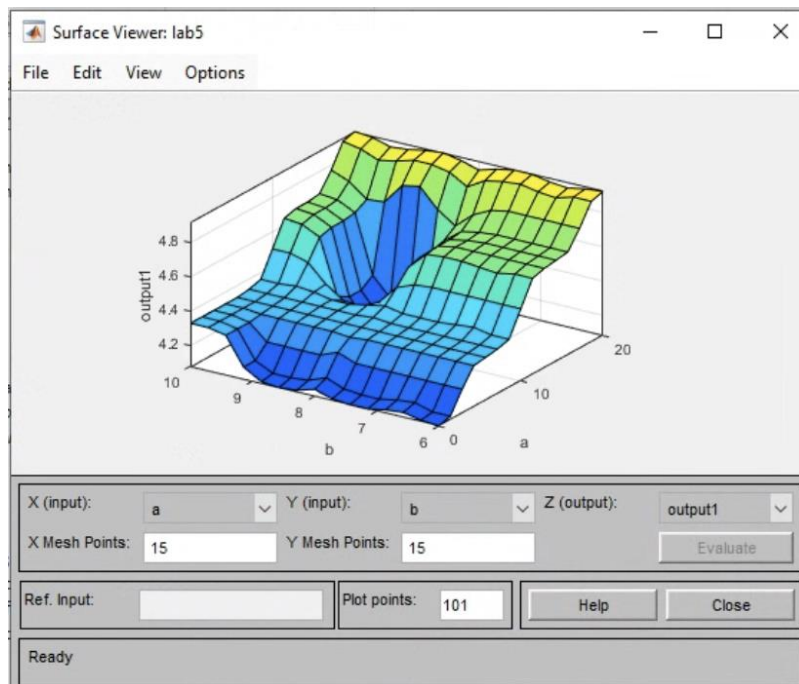
```

2.2 Для кожного з методів дефазифікації виведемо його поверхню і пораховану нев'язку:

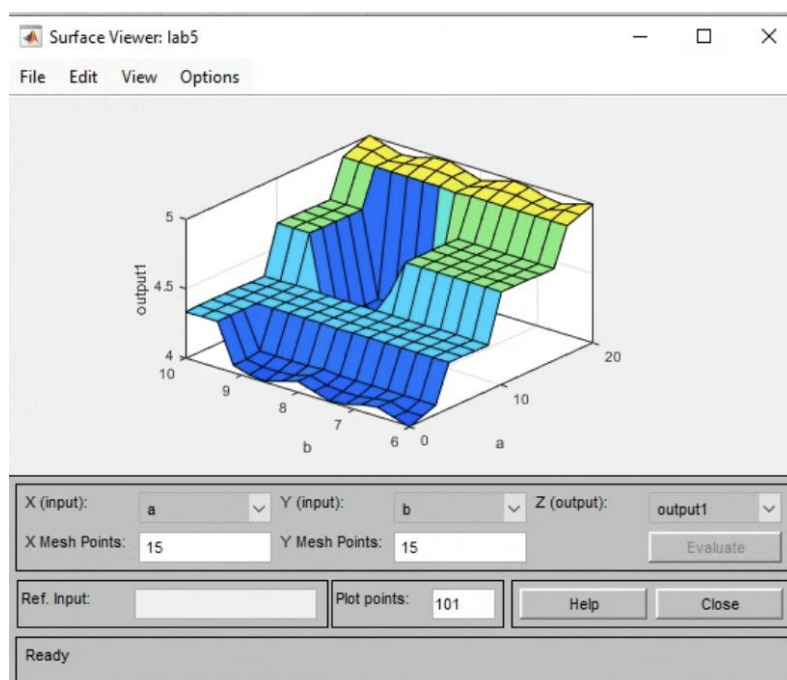
- Метод “центроїд”



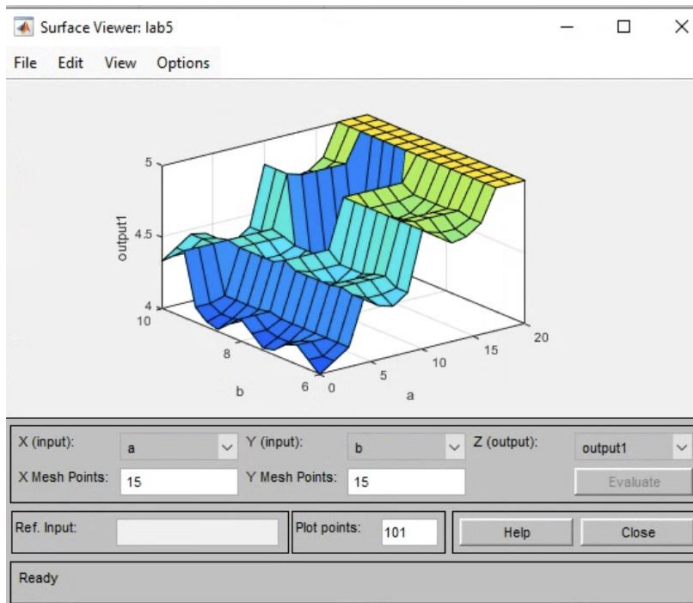
- Метод “бісектор”



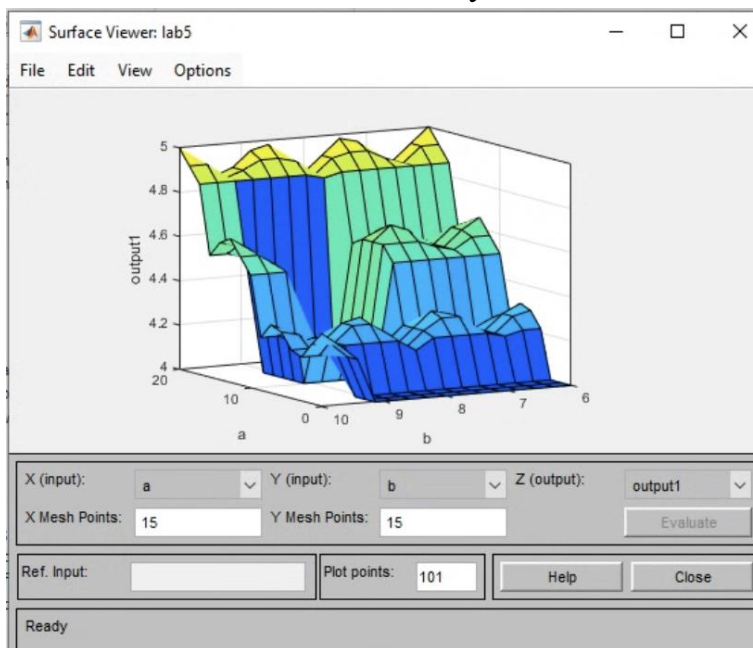
- Метод среднего максимума



- Метод найбільшого з максимумів



- Метод найменшого з максимумів



Висновки

Для систем нечітких правил необхідно визначити терми, що будуть брати участь у побудові бази знань для таких систем. При цьому, назва лінгвістичної змінної не грає ролі доти, доки є розуміння, для кого більш чіткого цифрового значення вона відноситься. При цьому, побудова бази знань за допомогою візуального спостереження може відрізнитись від еталонної моделі системи, вираженої чітким рівнянням, функцією і тд, і тому не повинна застосовуватись для вираження чітких систем. Це можна

побачити у зегенрованих візуальних відображення системи, що базується на правилах.