МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРІЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки Кафедра інформаційних систем та технологій

Звіт з практикуму дисципліни "Методи та технології штучного інтелекту"

Перевірив: Виконала:

Шимкович В.М. студентка групи IT-02

Тригуб Д. К.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

«Моделювання функції з двох змінних засобами нечіткої математики»

Мета роботи: Промоделювати засобами нечіткої логіки функцію з двох змінних. Провести дослідження форми функції приналежності на якість моделювання.

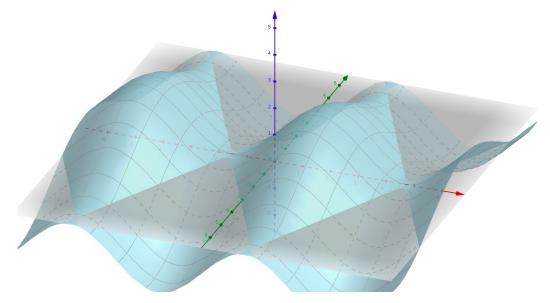
Варіант 10

$$z = \sin(x) + \cos(y/2)$$

Хід роботи

1. Побудувати нечітку модель функції двох змінних згідно з варіантом, що містить 6 функцій приналежності для вхідних змінних і не менше 9 для вихідної.

1) Функція для моделювання



В нас 6 вхідних та 9 вихідних значень, тобто 36 правил, таким чином:

2) Складемо таблицю для 6 вхідних х та у:

x/y	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0	1	0,9950041653	0,9800665778	0,9553364891	0,921060994	0,8775825619
0,2	1,198669331	1,193673496	1,178735909	1,15400582	1,119730325	1,076251893
0,4	1,389418342	1,384422508	1,36948492	1,344754831	1,310479336	1,267000904
0,6	1,564642473	1,559646639	1,544709051	1,519978963	1,485703467	1,442225035
0,8	1,717356091	1,712360256	1,697422669	1,67269258	1,638417085	1,594938653
1	1,841470985	1,83647515	1,821537563	1,796807474	1,762531979	1,719053547

3) Складемо таблицю для 9 вихідних:

mf1	mf2	mf3	mf4	mf5	mf6	mf7	mf8	mf9
0.9	01.01	1.12	1.23	1.34	1.45	1.56	1.67	1.78

4) Замінимо таблицю з пункту 1 виходами з таблиці 2 та розфарбуємо їх

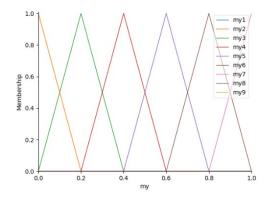
mx/my	my1	my2	my3	my4	my5	my6
mx1	mf2	mf2	mf2	mf2	mf1	mf1
mx2	mf4	mf4	mf4	mf3	mf3	mf3
mx3	mf5	mf5	mf5	mf5	mf5	mf4
mx4	mf7	mf7	mf7	mf7	mf6	mf6
mx5	mf8	mf8	mf8	mf8	mf8	mf7
mx1 mx2 mx3 mx4 mx5 mx6	mf9	mf9	mf9	mf9	mf9	mf8

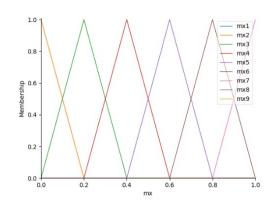
Задані правила у коді:

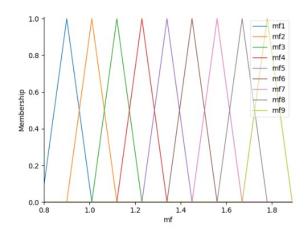
```
mx["mx2"] & my["my2"] |
                   mx["mx2"] \& my["my3"]),
            consequent=mf["mf4"], label="rule mf4")
rule mf5 = ctrl.Rule(antecedent=(mx["mx3"] & my["my1"] |
                   mx["mx3"] & my["my2"] |
                   mx["mx3"] & my["my3"] |
                   mx["mx3"] & my["my4"] |
                   mx["mx3"] & my["my5"]),
            consequent=mf["mf5"], label= "rule mf5")
rule mf6 = ctrl.Rule(antecedent=(mx["mx4"] & my["my5"] |
                   mx["mx4"] & my["my6"]),
            consequent=mf["mf6"], label= "rule mf6")
rule mf7 = ctrl.Rule(antecedent=(mx["mx4"] & my["my1"] |
                   mx["mx4"] & my["my2"] |
                   mx["mx4"] & my["my3"] |
                   mx["mx4"] & my["my4"] |
                   mx["mx5"] & my["my6"]),
            consequent=mf["mf7"], label= "rule mf7")
rule mf8 = ctrl.Rule(antecedent=(mx["mx5"] & my["my1"] |
                   mx["mx5"] & my["my2"]
                   mx["mx5"] & my["my3"]
                   mx["mx5"] & my["my4"]
                   mx["mx5"] & my["my5"] |
                   mx["mx6"] & my["my6"]),
            consequent=mf["mf8"], label= "rule mf8")
rule mf9 = ctrl.Rule(antecedent=(mx["mx6"] & my["my1"] |
                   mx["mx6"] & my["my2"] |
                   mx["mx6"] & my["my3"] |
                   mx["mx6"] & my["my4"] |
                   mx["mx6"] \& my["my5"]),
            consequent=mf["mf9"], label= "rule mf9")
system = ctrl.ControlSystem(rules=[rule mf1,rule mf2,rule mf3,rule mf4,rule mf5,
rule mf6, rule mf7, rule mf8, rule mf9])
```

2. Дослідити вплив форми функції приналежності (трикутник, трапеція, Гауса) на якість моделювання (порівняти відносні помилки моделювання).

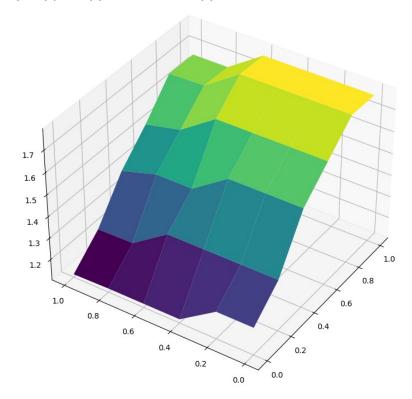
1) Змоделюємо Triangle







2) Відповідно наша модель:



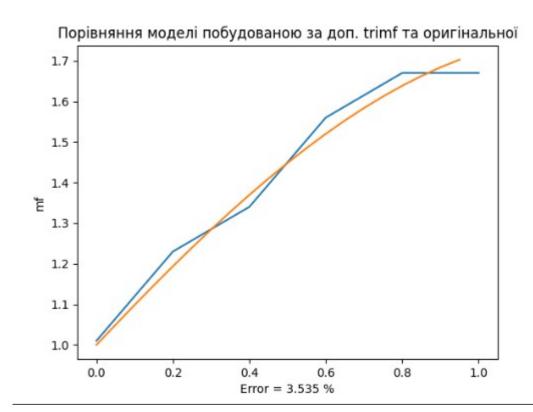
3) Визначаємо похибку:

```
x_y = np.arange(0, 1.2, 0.2)
z_2d = np.zeros_like(x_y)
x_g = np.arange(0, 1, 0.05)

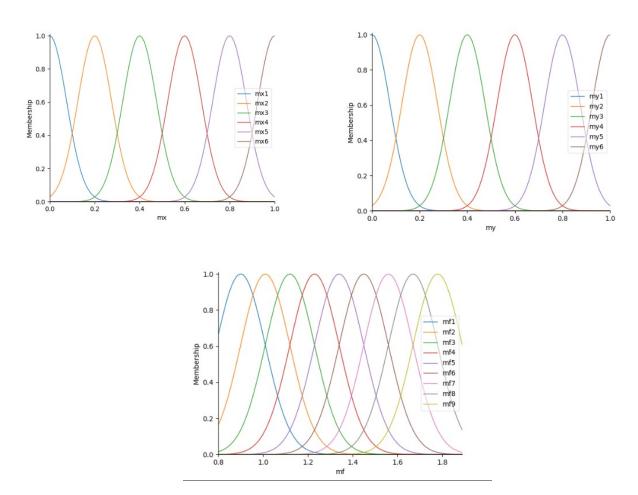
z_r = np.sin(x_y) + np.cos(x_y / 2)
z_g = np.sin(x_g) + np.cos(x_g / 2)

for i in range(len(x_y)):
    sim.input['mx'] = x_y[i]
    sim.input['my'] = x_y[i]
    sim.compute()
    z_2d[i] = sim.output['mf']

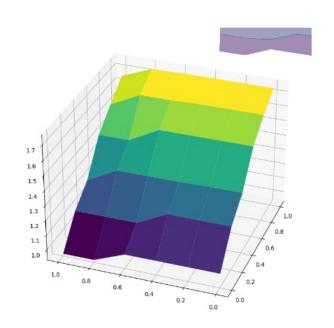
print(z_r)
print(z_g)
print(z)
e = abs(z_r - z) / z_r
print(f"Error = {round(np.mean(e) * 100, 3)} %")
```



4) Змоделюємо Gausfm

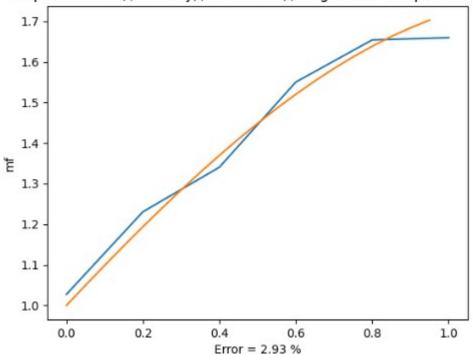


5) Відповідно наша модель:

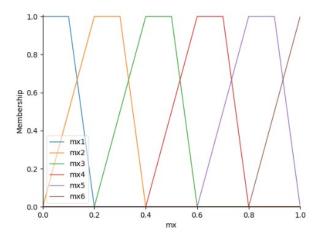


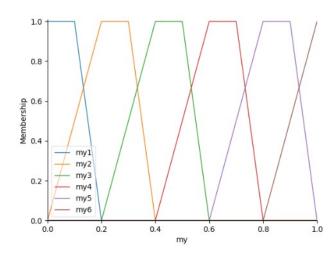
6) Визначаємо похибку:

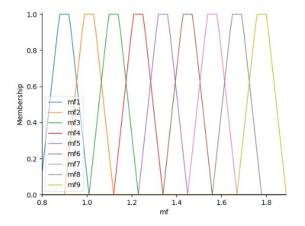
Порівняння моделі побудованою за доп. gaussmf та оригінальної



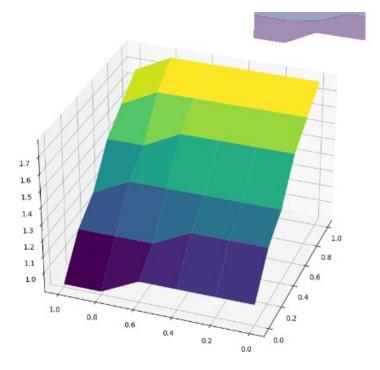
7) Змоделюємо Trapmf



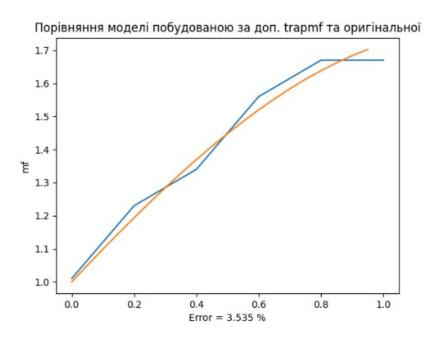




8) Відповідно модель:



9) Визначимо похибку:

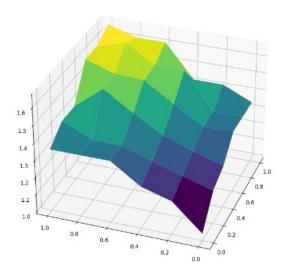


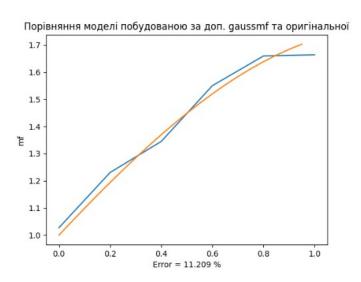
Як бачимо при ФП Гауса похибка найменше, всього 2.93%

3. Дослідити можливість зменшення числа правил за рахунок виключення деяких (перевірити достатність використання правил, що представляють тільки діагональ таблиці).

1) Нові правила

2) Gaussmf





Висновок

За допомогою цієї лабораторної роботи, я навчилася моделювати об'єкт управління з двома входами і одним виходом засобами нечіткої математики, на практиці провела дослідження форми функції приналежності на якість моделювання (у Гауса найменша похибка), успішно перевірила достатність використання правил, що представляють тільки діагональ таблиці, тобто можливо зменшувати число правил за рахунок виключення деяких.