

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА ФОРМУВАННЯ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ

Мета: дослідити можливості ППП MATLAB щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу.

Варіант 15

Хід роботи:

Завдання 1: Задача 1. Побудова нечіткої моделі системи керування кранами гарячої і холодної води При користуванням системою водопостачання на вхід змішувача подається холодна та гаряча вода по відповідним трубопроводам. Задача полягає у створенні моделі системи засобами Matlab Fuzzy Logic, яка б дозволила автоматизувати процес. Кран змішувача можна повертати наліво і направо (тобто, область визначення кута - це відрізок $[-90;90]$ градусів), керуючи тим самим температурою води і її напором. Нехай, повернення будьякого крану направо - це збільшити потік води відповідної температури. Евристичні правила приймають вигляд:

1. Якщо вода гаряча і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на середній кут вліво, а кран холодної води на середній кут вправо
2. Якщо вода гаряча і її напір не дуже сильний, слід повернути кран холодної води на середній кут вправо
3. Якщо вода не дуже гаряча і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на невеликий кут вліво
4. Якщо вода не дуже гаряча і її напір слабкий, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вправо
5. Якщо вода тепла і її напір не дуже сильний, тоді слід залишити кран змішувача в своєму положенні

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------|--------|------|--|--|-------------------|------|
| | | | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – Лр3 | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Паламарчук В.В. | | | Звіт з лабораторної роботи | | Літ. | Арк. |
| Перевір. | | Голенко М.Ю. | | | | | | 1 |
| Керівник | | | | | | | | 19 |
| Н. контр. | | | | | | | ФІКТ Гр. ІПЗ-21-3 | |
| Зав. каф. | | | | | | | | |

6. Якщо вода прохолодна і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на середній кут вправо, а кран холодної води на середній кут вліво

7. Якщо вода прохолодна і її напір не дуже сильний, тоді слід повернути кран гарячої води на середній кут вправо, а кран холодної води на невеликий кут вліво

8. Якщо вода холодна і її напір слабкий, тоді слід повернути кран гарячої води на великий кут вправо

9. Якщо вода холодна і її напір сильний, тоді слід повернути кран гарячої води на середній кут вліво, а кран холодної води на середній кут вправо

10. Якщо вода тепла і її напір сильний, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вліво .

11. Якщо вода тепла і її напір слабкий, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вправо .

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

water_temperature = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'water_temperature')
water_pressure = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'water_pressure')

hot_water_valve = ctrl.Consequent(np.arange(-90, 91, 1), 'hot_water_valve')
cold_water_valve = ctrl.Consequent(np.arange(-90, 91, 1), 'cold_water_valve')

water_temperature['cold'] = fuzz.trapmf(water_temperature.universe, [0, 0, 20, 40])
water_temperature['cool'] = fuzz.trimf(water_temperature.universe, [20, 40, 60])
water_temperature['warm'] = fuzz.trimf(water_temperature.universe, [50, 70, 90])
water_temperature['hot'] = fuzz.trapmf(water_temperature.universe, [70, 90, 100, 100])

water_pressure['weak'] = fuzz.trapmf(water_pressure.universe, [0, 0, 20, 50])
water_pressure['medium'] = fuzz.trimf(water_pressure.universe, [20, 50, 80])
water_pressure['strong'] = fuzz.trapmf(water_pressure.universe, [50, 80, 100, 100])

hot_water_valve['large_left'] = fuzz.trapmf(hot_water_valve.universe, [-90, -90, -60, -30])
hot_water_valve['medium_left'] = fuzz.trimf(hot_water_valve.universe, [-60, -30, 0])
hot_water_valve['small_left'] = fuzz.trimf(hot_water_valve.universe, [-30, 0, 30])
hot_water_valve['small_right'] = fuzz.trimf(hot_water_valve.universe, [0, 30, 60])
hot_water_valve['medium_right'] = fuzz.trimf(hot_water_valve.universe, [30, 60, 90])
hot_water_valve['large_right'] = fuzz.trapmf(hot_water_valve.universe, [60, 90, 90, 90])

cold_water_valve['large_left'] = fuzz.trapmf(cold_water_valve.universe, [-90, -90, -60, -30])
cold_water_valve['medium_left'] = fuzz.trimf(cold_water_valve.universe, [-60, -30, 0])
cold_water_valve['small_left'] = fuzz.trimf(cold_water_valve.universe, [-30, 0, 30])
cold_water_valve['small_right'] = fuzz.trimf(cold_water_valve.universe, [0, 30, 60])
```

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – ПрЗ | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | 2 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

cold_water_valve['medium_right'] = fuzz.trimf(cold_water_valve.universe, [30, 60, 90])
cold_water_valve['large_right'] = fuzz.trapmf(cold_water_valve.universe, [60, 90, 90, 90])

rule1 = ctrl.Rule(water_temperature['hot'] & water_pressure['strong'],
                  (hot_water_valve['medium_left'], cold_water_valve['medium_right']))
rule2 = ctrl.Rule(water_temperature['hot'] & water_pressure['medium'],
                  cold_water_valve['medium_right'])
rule3 = ctrl.Rule(water_temperature['warm'] & water_pressure['strong'],
                  hot_water_valve['small_left'])
rule4 = ctrl.Rule(water_temperature['warm'] & water_pressure['weak'],
                  (hot_water_valve['small_right'], cold_water_valve['small_right']))
rule5 = ctrl.Rule(water_temperature['warm'] & water_pressure['medium'],
                  (hot_water_valve['small_left'], cold_water_valve['small_left']))
rule6 = ctrl.Rule(water_temperature['cool'] & water_pressure['strong'],
                  (hot_water_valve['medium_right'], cold_water_valve['medium_left']))
rule7 = ctrl.Rule(water_temperature['cool'] & water_pressure['medium'],
                  (hot_water_valve['medium_right'], cold_water_valve['small_left']))
rule8 = ctrl.Rule(water_temperature['cold'] & water_pressure['weak'],
                  hot_water_valve['large_right'])
rule9 = ctrl.Rule(water_temperature['cold'] & water_pressure['strong'],
                  (hot_water_valve['medium_left'], cold_water_valve['medium_right']))
rule10 = ctrl.Rule(water_temperature['warm'] & water_pressure['strong'],
                   (hot_water_valve['small_left'], cold_water_valve['small_left']))
rule11 = ctrl.Rule(water_temperature['warm'] & water_pressure['weak'],
                   (hot_water_valve['small_right'], cold_water_valve['small_right']))

water_control = ctrl.ControlSystem([
    rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10, rule11
])
water_simulation = ctrl.ControlSystemSimulation(water_control)

water_simulation.input['water_temperature'] = 80
water_simulation.input['water_pressure'] = 70

water_simulation.compute()

print(f"Hot Water Valve Angle: {water_simulation.output['hot_water_valve']:.2f} degrees")
print(f"Cold Water Valve Angle: {water_simulation.output['cold_water_valve']:.2f} degrees")

```

```

Hot Water Valve Angle: -15.00 degrees
Cold Water Valve Angle: 30.00 degrees

```

Рис.1. Виконання програми

Завдання 2: Задача 2. Нечітка модель керування кондиціонером повітря в приміщенні. Нехай, в приміщенні встановлений кондиціонер, який дозволяє регулювати (нагрівати чи охолоджувати) температуру. Найбільш комфортні умови складаються при встановленні деякої заданої комфортної температури. Задача

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – ЛрЗ | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 3 |

полягає у розробці АСУ, яка б змогла автоматизувати роботу кондиціонера при коливанні температури приміщення через різні зовнішні дестабілізуючі фактори. Досвід використання побутових кондиціонерів показує деяку інертність в процесі нагріву чи охолодження повітря. Наприклад, після включення режиму «холод», відбувається нагнітання холодного повітря, через що температура в приміщенні поступово спадає. При цьому, при виключенні цього режиму, температура все рівно деякий час продовжує знижуватися. Аналогічна картина спостерігається при включенні режиму «тепло». Щоб врахувати цю властивість, потрібно задати як вхідну змінну не тільки температуру приміщення, але і швидкість її зміни. В такому випадку, досвід показує адекватність наступних правил керування кондиціонеру:

1. Якщо температура повітря дуже тепла і швидкість зміни температури додатня, то потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.
2. Якщо температура повітря дуже тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді необхідно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.
3. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.
4. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру слід вимкнути.
5. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вправо.
6. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вправо.

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – ЛрЗ | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

7. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.

8. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно виключити кондиціонер.

9. Якщо температура повітря дуже тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.

10. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.

11. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вправо.

12. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вправо.

13. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.

14. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вправо.

15. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно виключити кондиціонер.

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl

room_temperature = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 41, 1), 'room_temperature')
temp_change_rate = ctrl.Antecedent(np.arange(-5, 6, 1), 'temp_change_rate')

ac_regulator = ctrl.Consequent(np.arange(-90, 91, 1), 'ac_regulator')
```

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – ПрЗ | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

room_temperature['very_cold'] = fuzz.trapmf(room_temperature.universe, [0, 0, 5, 10])
room_temperature['cold'] = fuzz.trimf(room_temperature.universe, [5, 10, 20])
room_temperature['normal'] = fuzz.trimf(room_temperature.universe, [15, 20, 25])
room_temperature['warm'] = fuzz.trimf(room_temperature.universe, [20, 25, 30])
room_temperature['very_warm'] = fuzz.trapmf(room_temperature.universe, [30, 35, 40, 40])

temp_change_rate['negative'] = fuzz.trapmf(temp_change_rate.universe, [-5, -5, -2, 0])
temp_change_rate['zero'] = fuzz.trimf(temp_change_rate.universe, [-1, 0, 1])
temp_change_rate['positive'] = fuzz.trapmf(temp_change_rate.universe, [0, 2, 5, 5])

ac_regulator['large_left'] = fuzz.trapmf(ac_regulator.universe, [-90, -90, -60, -30])
ac_regulator['small_left'] = fuzz.trimf(ac_regulator.universe, [-60, -30, 0])
ac_regulator['off'] = fuzz.trimf(ac_regulator.universe, [-10, 0, 10])
ac_regulator['small_right'] = fuzz.trimf(ac_regulator.universe, [0, 30, 60])
ac_regulator['large_right'] = fuzz.trapmf(ac_regulator.universe, [30, 60, 90, 90])

rule1 = ctrl.Rule(room_temperature['very_warm'] & temp_change_rate['positive'], ac_regulator['large_left'])
rule2 = ctrl.Rule(room_temperature['very_warm'] & temp_change_rate['negative'], ac_regulator['small_left'])
rule3 = ctrl.Rule(room_temperature['warm'] & temp_change_rate['positive'], ac_regulator['large_left'])
rule4 = ctrl.Rule(room_temperature['warm'] & temp_change_rate['negative'], ac_regulator['off'])
rule5 = ctrl.Rule(room_temperature['very_cold'] & temp_change_rate['negative'], ac_regulator['large_right'])
rule6 = ctrl.Rule(room_temperature['very_cold'] & temp_change_rate['positive'], ac_regulator['small_right'])
rule7 = ctrl.Rule(room_temperature['cold'] & temp_change_rate['negative'], ac_regulator['large_right'])
rule8 = ctrl.Rule(room_temperature['cold'] & temp_change_rate['positive'], ac_regulator['off'])
rule9 = ctrl.Rule(room_temperature['very_warm'] & temp_change_rate['zero'], ac_regulator['large_left'])
rule10 = ctrl.Rule(room_temperature['warm'] & temp_change_rate['zero'], ac_regulator['small_left'])
rule11 = ctrl.Rule(room_temperature['very_cold'] & temp_change_rate['zero'], ac_regulator['large_right'])
rule12 = ctrl.Rule(room_temperature['cold'] & temp_change_rate['zero'], ac_regulator['small_right'])
rule13 = ctrl.Rule(room_temperature['normal'] & temp_change_rate['positive'], ac_regulator['small_left'])
rule14 = ctrl.Rule(room_temperature['normal'] & temp_change_rate['negative'], ac_regulator['small_right'])
rule15 = ctrl.Rule(room_temperature['normal'] & temp_change_rate['zero'], ac_regulator['off'])

ac_control = ctrl.ControlSystem([
    rule1, rule2, rule3, rule4, rule5, rule6, rule7, rule8, rule9, rule10,
    rule11, rule12, rule13, rule14, rule15
])

ac_simulation = ctrl.ControlSystemSimulation(ac_control)

ac_simulation.input['room_temperature'] = 28
ac_simulation.input['temp_change_rate'] = 2

ac_simulation.compute()

print(f"AC Regulator Angle: {ac_simulation.output['ac_regulator']:.2f} degrees")

```

AC Regulator Angle: -62.89 degrees

Рис.2. Виконання програми

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – ПрЗ | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Посилання на Github: https://github.com/vladpalamar/Lab3_Ai.git

Висновки: дослідив можливості ППП MATLAB щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу..

| | | | | | | |
|------|------|-----------------|--------|------|--|------|
| | | Паламарчук В.В. | | | ДУ «Житомирська політехніка».24.121.15.000 – Лр3 | Арк. |
| | | Голенко М.Ю. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |