

Построение и исследование нечетких систем

1. Описание предметной области

В данной работе рассматривается задача управления скоростью вентилятора комнатного кондиционера в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха в помещении. Кондиционер должен поддерживать комфортную температуру, охлаждая воздух в помещении, когда он слишком горячий, и нагревая, когда он слишком холодный.

Входные данные:

1. Температура (temperature): измеряется в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Диапазон значений: от 0°C до 40°C .
2. Относительная влажность (humidity): измеряется в процентах (%). Диапазон значений: от 0% до 100%.

Выходная переменная:

1. Скорость вентилятора (fan_speed): определяет интенсивность работы вентилятора в кондиционере. Измеряется в процентах (%). Диапазон значений: от 0% (вентилятор выключен) до 100% (вентилятор работает на максимальной скорости).

2. Нечеткие правила, описывающие работу системы

1. Если температура холодная и влажность низкая, то скорость вентилятора очень низкая.
2. Если температура холодная и влажность средняя, то скорость вентилятора низкая.
3. Если температура холодная и влажность высокая, то скорость вентилятора средняя.
4. Если температура комфортная и влажность низкая, то скорость вентилятора низкая.
5. Если температура комфортная и влажность средняя, то скорость вентилятора средняя.
6. Если температура комфортная и влажность высокая, то скорость вентилятора высокая.
7. Если температура горячая и влажность низкая, то скорость вентилятора средняя.
8. Если температура горячая и влажность средняя, то скорость вентилятора высокая.
9. Если температура горячая и влажность высокая, то скорость вентилятора высокая.

3. Реализация:

```
import numpy as np
import skfuzzy as fuzz
from skfuzzy import control as ctrl
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

# Входные переменные
temperature = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 41, 1), 'temperature') #
    температура (0-40 °C)
humidity = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'humidity') #
    относительная влажность (0-100%)

# Выходная переменная
fan_speed = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'fan_speed') #
    скорость вентилятора (0-100%)

# Нечеткие множества
temperature['cold'] = fuzz.trimf(temperature.universe, [0, 0, 15])
```

```

temperature['comfortable'] = fuzz.trimf(temperature.universe, [10, 20,
30])
temperature['hot'] = fuzz.trimf(temperature.universe, [25, 40, 40])

humidity['low'] = fuzz.trimf(humidity.universe, [0, 0, 30])
humidity['medium'] = fuzz.trimf(humidity.universe, [20, 50, 80])
humidity['high'] = fuzz.trimf(humidity.universe, [70, 100, 100])

fan_speed['very_low'] = fuzz.trimf(fan_speed.universe, [0, 0, 20])
fan_speed['low'] = fuzz.trimf(fan_speed.universe, [10, 30, 50])
fan_speed['medium'] = fuzz.trimf(fan_speed.universe, [40, 60, 80])
fan_speed['high'] = fuzz.trimf(fan_speed.universe, [70, 100, 100])

# Правила для управления вентилятором
rule1 = ctrl.Rule((temperature['cold'] & humidity['low']),
fan_speed['very_low'])

rule2 = ctrl.Rule((temperature['cold'] & humidity['medium']) |
(temperature['comfortable'] & humidity['low']),
fan_speed['low'])

rule3 = ctrl.Rule((temperature['cold'] & humidity['high']) |
(temperature['comfortable'] & humidity['medium']) |
(temperature['hot'] & humidity['low']),
fan_speed['medium'])

rule4 = ctrl.Rule((temperature['comfortable'] & humidity['high']) |
(temperature['hot'] & humidity['medium']) |
(temperature['hot'] & humidity['high']),
fan_speed['high'])

# Создание и симуляция контроллера
fan_control_system = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3, rule4,
rule5, rule6, rule7, rule8, rule9])
fan_simulation = ctrl.ControlSystemSimulation(fan_control_system)

# Визуализация структуры контроллера
fan_control_system.view()

temperature.view()
humidity.view()
fan_speed.view()

# Функция для получения случайного значения температуры
def get_random_temperature():
    return np.random.randint(0, 41)

# Функция для получения случайного значения влажности
def get_random_humidity():
    return np.random.randint(0, 101)

random_temperature = get_random_temperature()
random_humidity = get_random_humidity()

# Вывод информации
print(f"Случайная температура: {random_temperature}°C")
print(f"Случайная влажность: {random_humidity}%")

fan_simulation.input['temperature'] = random_temperature

```

```

fan_simulation.input['humidity'] = random_humidity

# Вычисление результата
fan_simulation.compute()
print(f"Скорость вентилятора: {fan_simulation.output['fan_speed']}%")

# Визуализация результата
fan_speed.view(sim=fan_simulation)

# Повторная симуляция с другими случайными значениями
for _ in range(4):
    random_temperature = get_random_temperature()
    random_humidity = get_random_humidity()

    fan_simulation.input['temperature'] = random_temperature
    fan_simulation.input['humidity'] = random_humidity
    fan_simulation.compute()

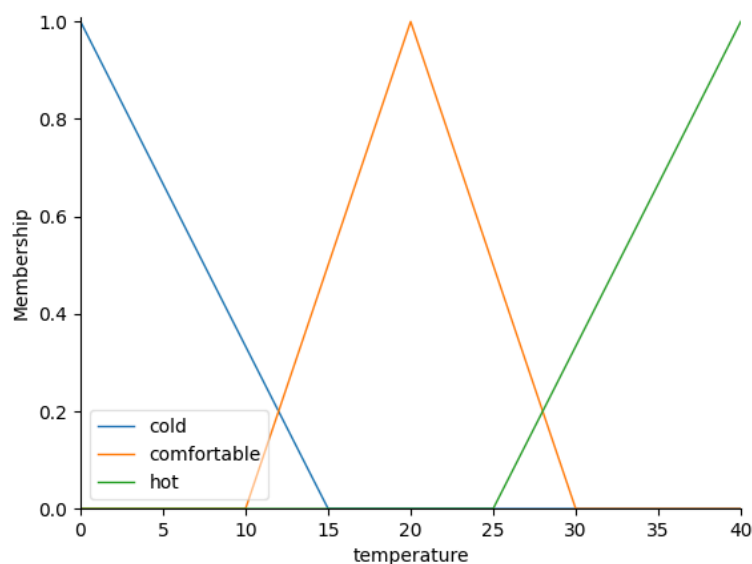
    print(f"Случайная температура: {random_temperature}°C")
    print(f"Случайная влажность: {random_humidity}%")
    print(f"Скорость вентилятора: {fan_simulation.output['fan_speed']}%")

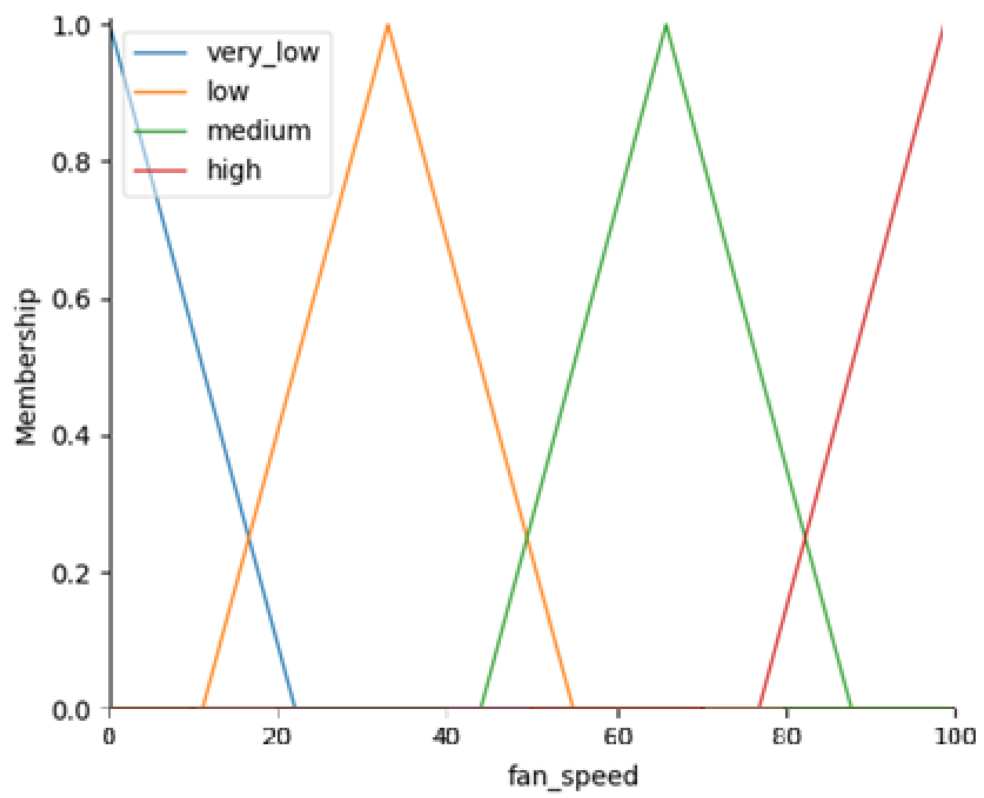
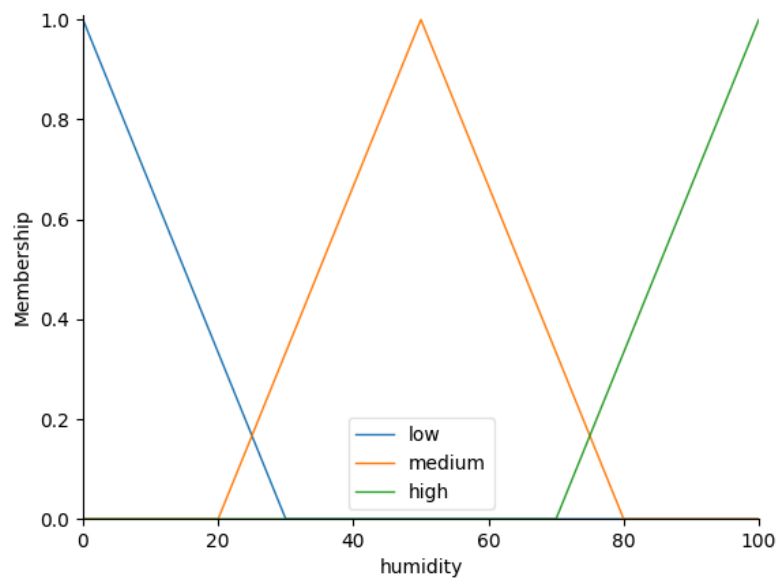
    fan_speed.view(sim=fan_simulation)

```

4. Графики функций принадлежности для нечетких подмножеств:

Графики функций принадлежности для переменных "Температура", "Влажность" и "Скорость вентилятора" приведены ниже.



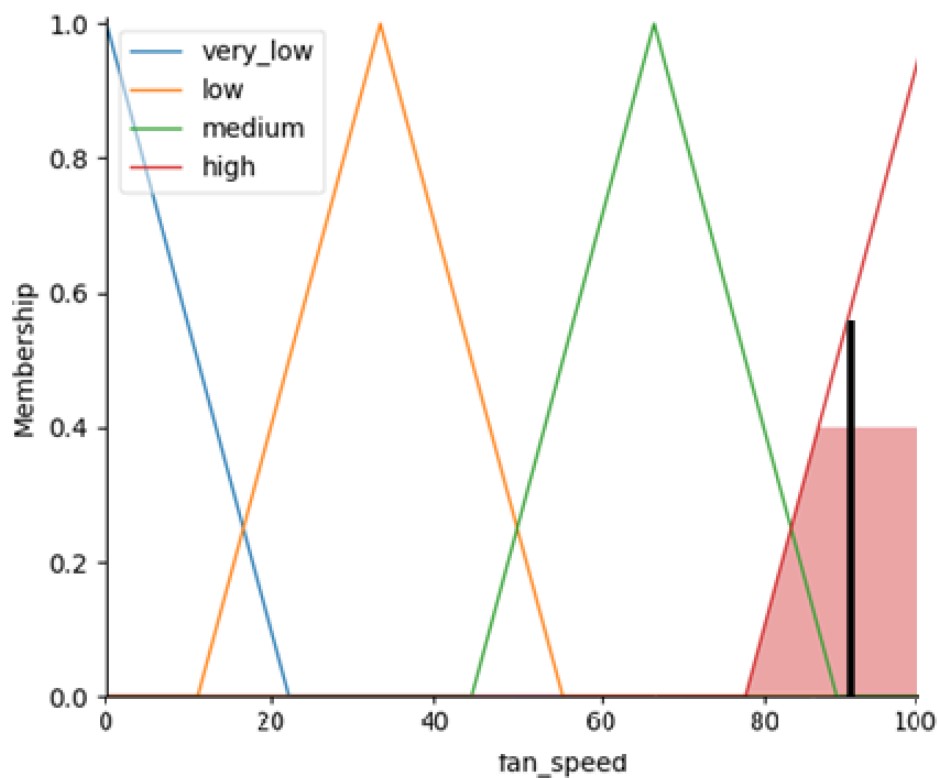


5. Результаты нечёткого вывода

Для демонстрации работы системы был выполнен нечеткий вывод для пяти различных комбинаций значений температуры и влажности. Результаты представлены ниже:

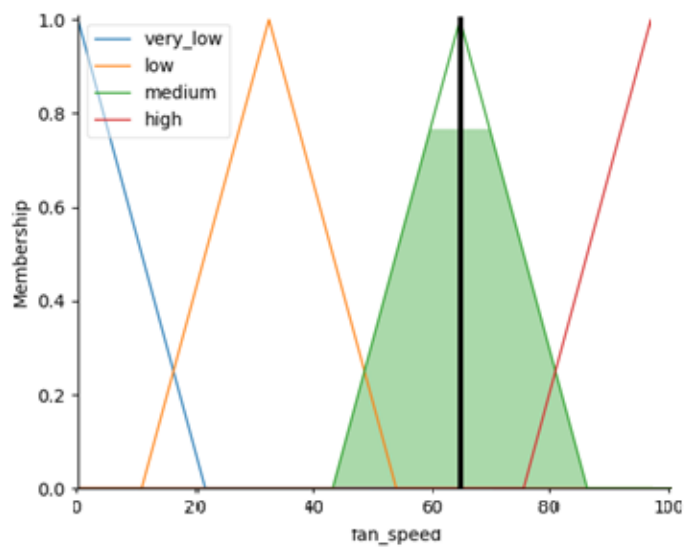
Пример 1:

- Случайная температура: 31°C
- Случайная влажность: 97%
- Скорость вентилятора: 85.9166666666663%



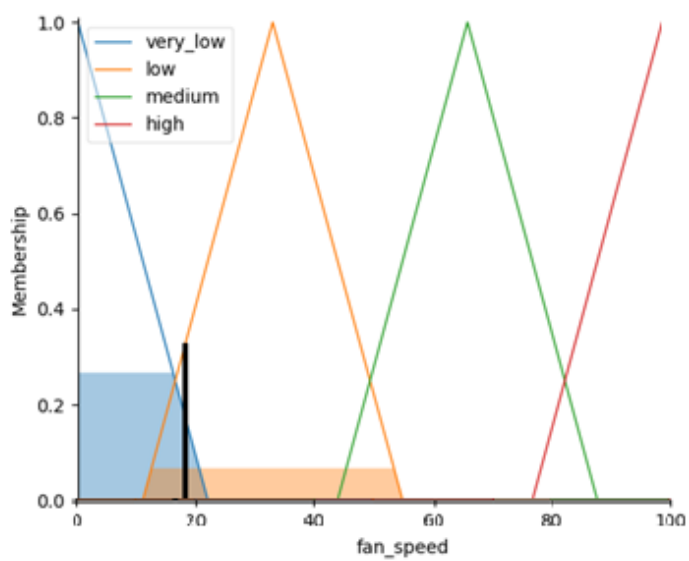
Пример 2:

- Случайная температура: 22°C
- Случайная влажность: 43%
- Скорость вентилятора: 60.000000000000014%



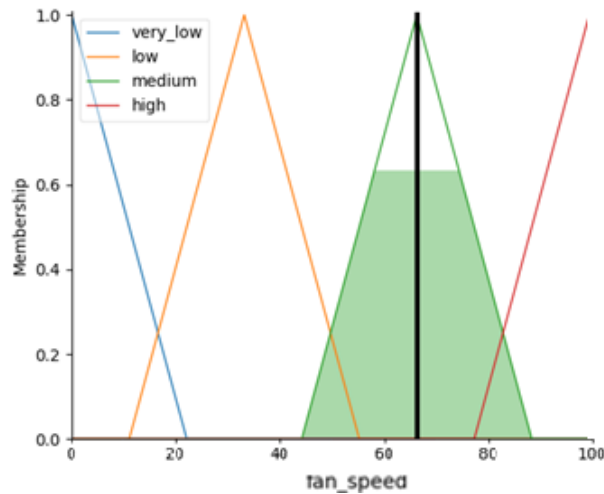
Пример 3:

- Случайная температура: 0°C
- Случайная влажность: 22%
- Скорость вентилятора: 16.467821551643866%



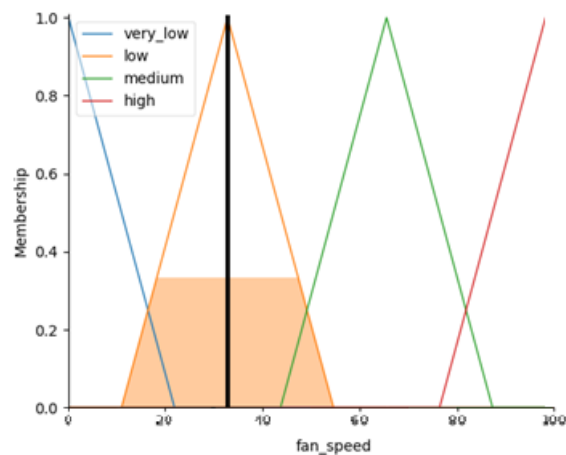
Пример 4:

- Случайная температура: 1°C
- Случайная влажность: 89%
- Скорость вентилятора: 60.00000000000004%



Пример 5:

- Случайная температура: 20°C
- Случайная влажность: 20%
- Скорость вентилятора: 29.999999999999993%



6. Вывод

Таким образом, созданная нечеткая система позволяет адекватно управлять работой вентилятора кондиционера в зависимости от условий в помещении, обеспечивая комфорт для находящихся в нем людей.