

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОГО ВИВОДУ ТА БАЗ ЗНАНЬ НЕЧІТКИХ ПРОДУКЦІЙ

Мета роботи: освоїти методику проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу та баз знань нечітких продукцій.

Короткі теоретичні відомості

В СК елемент, який «приймає рішення» будемо називати активним. Якщо система представляє собою конфігурацію активних елементів, її називають організаційною системою управління (ОСУ).

Тоді в систему може входити елемент – координатор, який визначає вхідні сигнали активних елементів. В замкненій системі існує зворотній зв'язок. Окремі елементи вхідного вектора $X(t)$, які можна назвати керуючими змінними, залежать від різниці між бажаним значенням вихідних величин і їх реальним значенням.

В якості прикладу розімкненої СУ може служити електронагрівальний пристрій, який керується кнопками завдання бажаної інтенсивності нагріву кімнати. Тоді вхідним сигналом є натиснення відповідної кнопки, а виходом – температура нагріву. Як замкнену систему управління можна розглянути керування автомобілем на дорозі.

Тут в якості вхідних елементів виступають кут повороту руля та сила натискання педалей, в якості вихідних елементів виступають швидкість та напрямок руху автомобіля, а в якості вимірювання в зворотньому зв'язку виступають органи зору водія, які спостерігають напрямок траси і дозволені швидкості.

Під керуванням (управлінням) системою будемо розуміти таке визначення вхідного сигналу $X(t)$, яке формує необхідну поведінку (зміну станів $S(t)$) системи для досягнення бажаних значень Y_0 . Побудова нечіткої моделі системи керування базується на формальному представленні характеристик об'єкту в термінах лінгвістичних змінних.

					МММТ.420.007.037 – ЗЛЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконання роботи

3.1. Для побудови системи керування діями офіцера дорожньої служби з використанням алгоритму Мамдані і бази знань використаємо вбудований пакет Fuzzy Logic Toolbox.

% Step 1: Create a new FIS

```
fis = newfis('OfficerControlSystem');
```

% Step 2: Define input variables

```
fis = addvar(fis, 'input', 'Speed', [0 120]);  
fis = addvar(fis, 'input', 'Weather', [0 100]);  
fis = addvar(fis, 'output', 'Action', [0 1]);
```

% Step 3: Define linguistic membership functions

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Low', 'trimf', [0 0 60]);  
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Medium', 'trimf', [20 60 100]);  
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'High', 'trimf', [60 120 120]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Good', 'trimf', [0 0 50]);  
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Rainy', 'trimf', [0 50 100]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'Allow', 'trimf', [0 0 0.5]);  
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'Stop', 'trimf', [0 0.5 1]);
```

% Step 5: Define fuzzy rules

```
rule1 = "Speed is Low or Weather is Good then Action is Allow";  
rule2 = "Speed is Medium and Weather is Rainy then Action is Stop";  
fis = addrule(fis, [rule1; rule2]);
```

% Step 6: Generate surface plot

```
figure;  
plotmf(fis, 'input', 1);  
title('Speed');
```

```
figure;  
plotmf(fis, 'input', 2);  
title('Weather');
```

```
figure;  
plotmf(fis, 'output', 1);  
title('Action');
```

```
gensurf(fis);  
xlabel('Speed');  
ylabel('Weather');  
zlabel('Action');  
title('Fuzzy Inference System Surface');  
view(45, 45);
```

					МММТ.420.007.037 – ЗЛЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

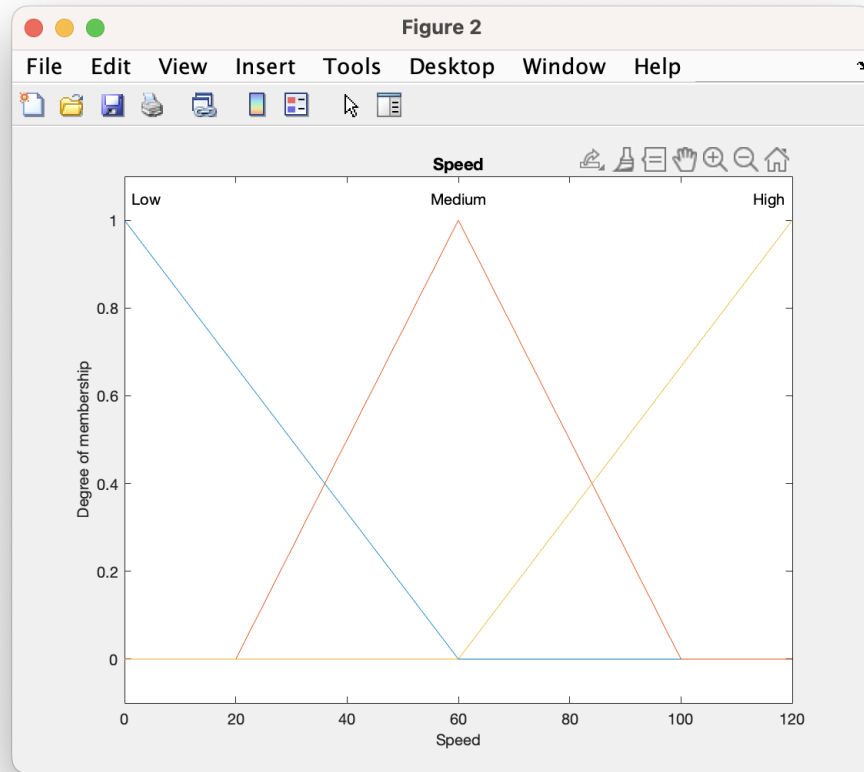


Рис. 3.1. Візуалізація змінної "Швидкість"

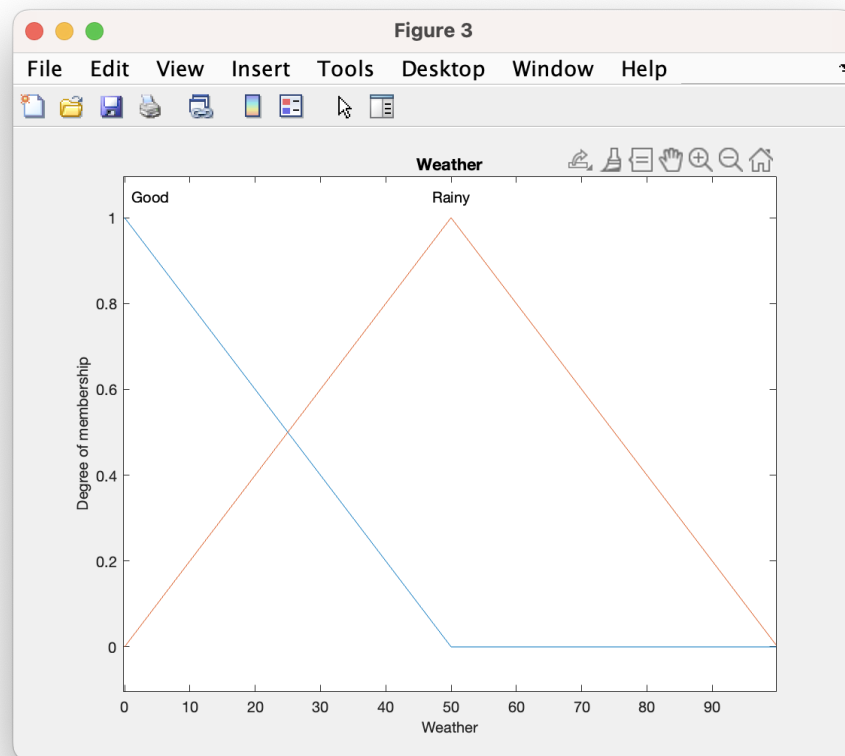


Рис. 3.2. Візуалізація змінної "Погода"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

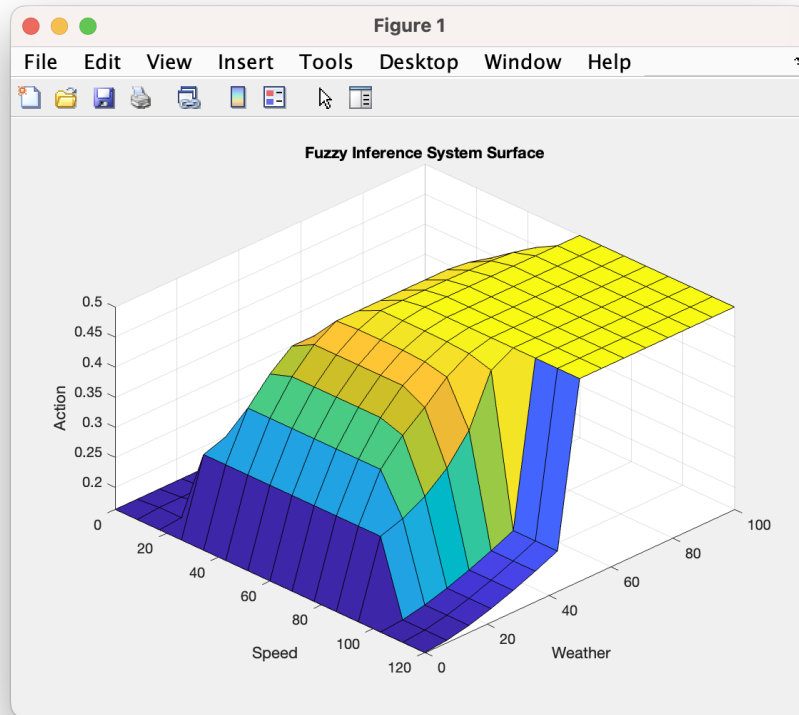


Рис. 3.3. Візуалізація системи прийняття рішень

3.2. За аналогією побудуємо нечітку модель керування кранами гарячої і холодної води при прийнятті душу.

% Step 1: Create a new FIS

```
fis = newfis('ShowerControlSystem');
```

% Step 2: Define input variables

```
fis = addvar(fis, 'input', 'HotWaterTemperature', [0 100]);
```

```
fis = addvar(fis, 'input', 'HotWaterFlow', [0 1]);
```

```
fis = addvar(fis, 'output', 'HotWaterValveAngle', [-90 90]);
```

% Step 3: Define linguistic membership functions

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Hot', 'trimf', [30 50 70]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Warm', 'trimf', [40 60 80]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Cold', 'trimf', [60 80 100]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Strong', 'trimf', [0.5 0.7 1]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Weak', 'trimf', [0 0.3 0.5]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'LargeNegative', 'trimf', [-90 -90 -30]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'SmallNegative', 'trimf', [-50 -30 0]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'Zero', 'trimf', [-10 0 10]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'SmallPositive', 'trimf', [0 30 50]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'LargePositive', 'trimf', [30 90 90]);
```

% Step 5: Define fuzzy rules

```
rule1 = "HotWaterTemperature is Hot and HotWaterFlow is Strong then HotWaterValveAngle is LargeNegative";
```

```
rule2 = "HotWaterTemperature is Hot and HotWaterFlow is Weak then HotWaterValveAngle is SmallNegative";
```

```
rule3 = "HotWaterTemperature is Warm and HotWaterFlow is Strong then HotWaterValveAngle is Zero";
```

```
rule4 = "HotWaterTemperature is Warm and HotWaterFlow is Weak then HotWaterValveAngle is SmallPositive";
```

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МММТ.420.007.037 – ЗЛЗ				

```
rule5 = "HotWaterTemperature is Cold and HotWaterFlow is Strong then HotWaterValveAngle is SmallPositive";
rule6 = "HotWaterTemperature is Cold and HotWaterFlow is Weak then HotWaterValveAngle is LargePositive";
```

```
fis = addrule(fis, [rule1; rule2; rule3; rule4; rule5; rule6]);
```

```
% Step 6: Generate surface plot
```

```
figure;
plotmf(fis, 'input', 1);
title('HotWaterTemperature');
figure;
plotmf(fis, 'input', 2);
title('HotWaterFlow');
figure;
plotmf(fis, 'output', 1);
title('HotWaterValveAngle');

figure;
gensurf(fis, [1 2], 1);
title('HotWaterValveAngle Surface');
xlabel('HotWaterTemperature');
ylabel('HotWaterFlow');
zlabel('HotWaterValveAngle');
title('Fuzzy Inference System Surface');
view(45, 45);
```

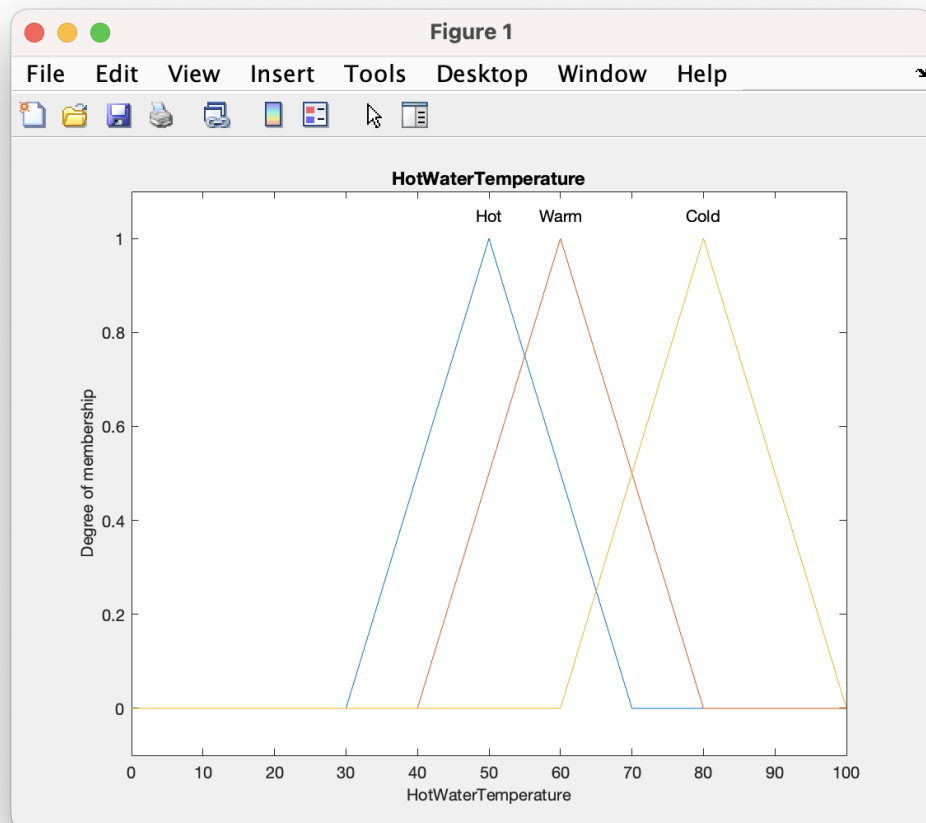


Рис. 3.4. Візуалізація змінної "Температури"

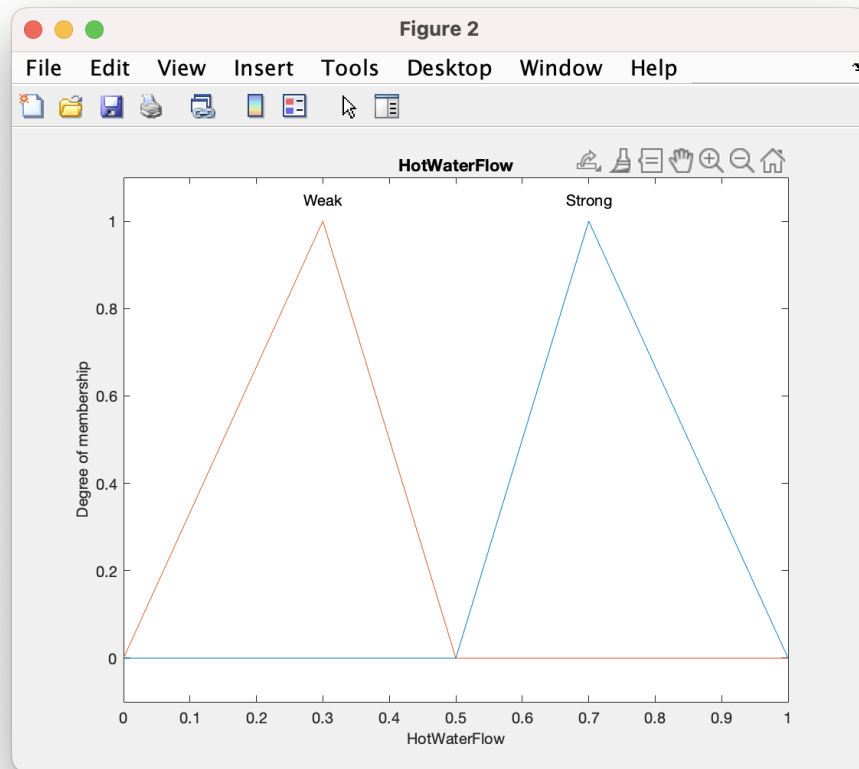


Рис. 3.5. Візуалізація змінної "Потоку"

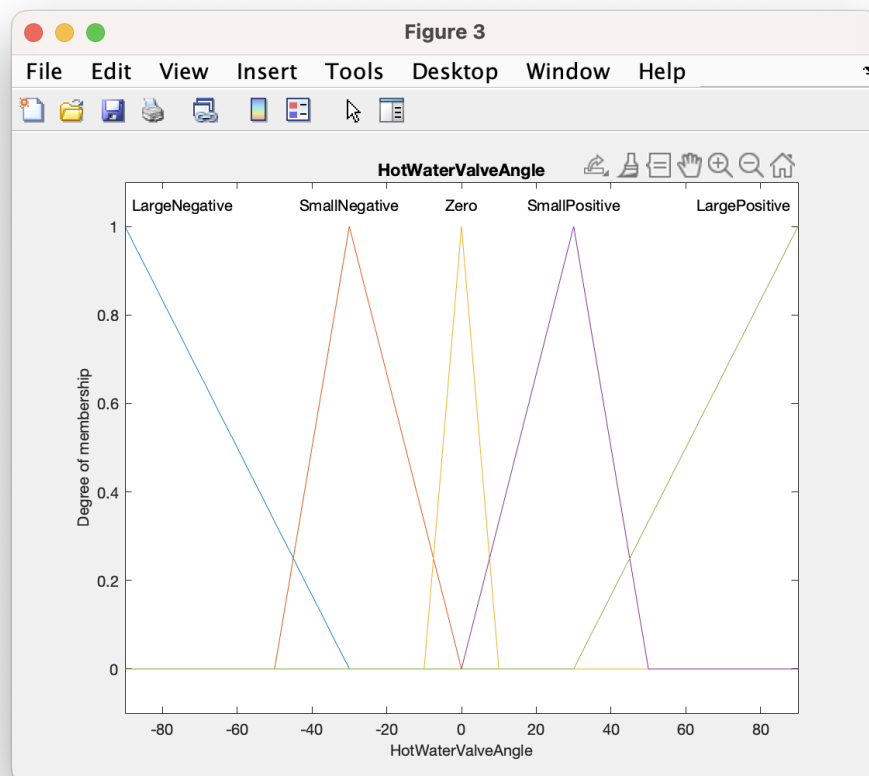


Рис. 3.6. Візуалізація змінної "Кут повороту крану"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

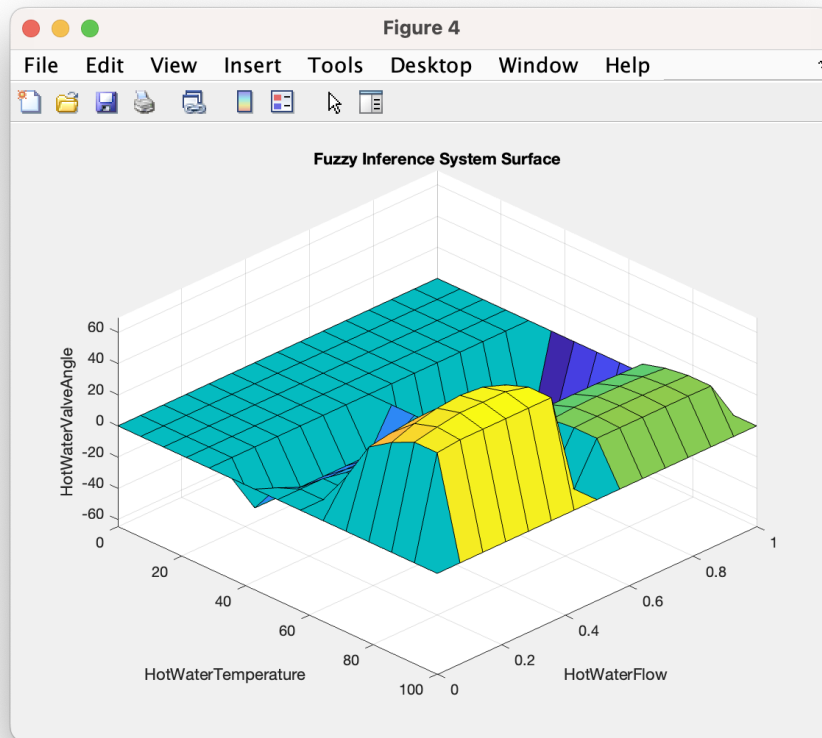


Рис. 3.7. Візуалізація системи прийняття рішень

3.3. За аналогією побудуємо нечітку модель керування кондиціонером повітря в приміщенні.

% Step 1: Create a new FIS

```
fis = newfis('AirConditioner');
```

% Step 2: Define input variables

```
fis = addvar(fis, 'input', 'RoomTemperature', [15 35]);
```

```
fis = addvar(fis, 'input', 'OutsideTemperature', [0 40]);
```

```
fis = addvar(fis, 'output', 'ACPower', [0 100]);
```

% Step 3: Define linguistic membership functions

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Cool', 'trimf', [15 20 25]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Comfortable', 'trimf', [20 25 30]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Warm', 'trimf', [25 30 35]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Cold', 'trimf', [0 5 10]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Moderate', 'trimf', [5 15 25]);
```

```
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'Hot', 'trimf', [15 25 40]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'Low', 'trimf', [0 10 30]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'Medium', 'trimf', [10 30 50]);
```

```
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'High', 'trimf', [30 50 100]);
```

% Step 5: Define fuzzy rules

```
rule1 = "RoomTemperature is Cool and OutsideTemperature is Cold then ACPower is Low";
```

```
rule2 = "RoomTemperature is Cool and OutsideTemperature is Moderate then ACPower is Medium";
```

```
rule3 = "RoomTemperature is Cool and OutsideTemperature is Hot then ACPower is High";
```

```
rule4 = "RoomTemperature is Comfortable and OutsideTemperature is Cold then ACPower is Medium";
```

```
rule5 = "RoomTemperature is Comfortable and OutsideTemperature is Moderate then ACPower is
```

```
Medium";
```

```
rule6 = "RoomTemperature is Comfortable and OutsideTemperature is Hot then ACPower is Medium";
```

```
rule7 = "RoomTemperature is Warm and OutsideTemperature is Cold then ACPower is Medium";
```

```
rule8 = "RoomTemperature is Warm and OutsideTemperature is Moderate then ACPower is High";
```

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МММТ.420.007.037 – ЗЛЗ				

```
rule9 = "RoomTemperature is Warm and OutsideTemperature is Hot then ACPower is High";
```

```
fis = addrule(fis, [rule1; rule2; rule3; rule4; rule5; rule6; rule7; rule8; rule9]);
```

```
% Step 6: Generate surface plot
```

```
figure;
```

```
plotmf(fis, 'input', 1);
```

```
title('RoomTemperature');
```

```
figure;
```

```
plotmf(fis, 'input', 2);
```

```
title('OutsideTemperature');
```

```
figure;
```

```
plotmf(fis, 'output', 1);
```

```
title('ACPower');
```

```
figure;
```

```
gensurf(fis);
```

```
title('Surface Plot: RoomTemperature vs OutsideTemperature vs ACPower');
```

```
xlabel('RoomTemperature');
```

```
ylabel('OutsideTemperature');
```

```
zlabel('ACPower');
```

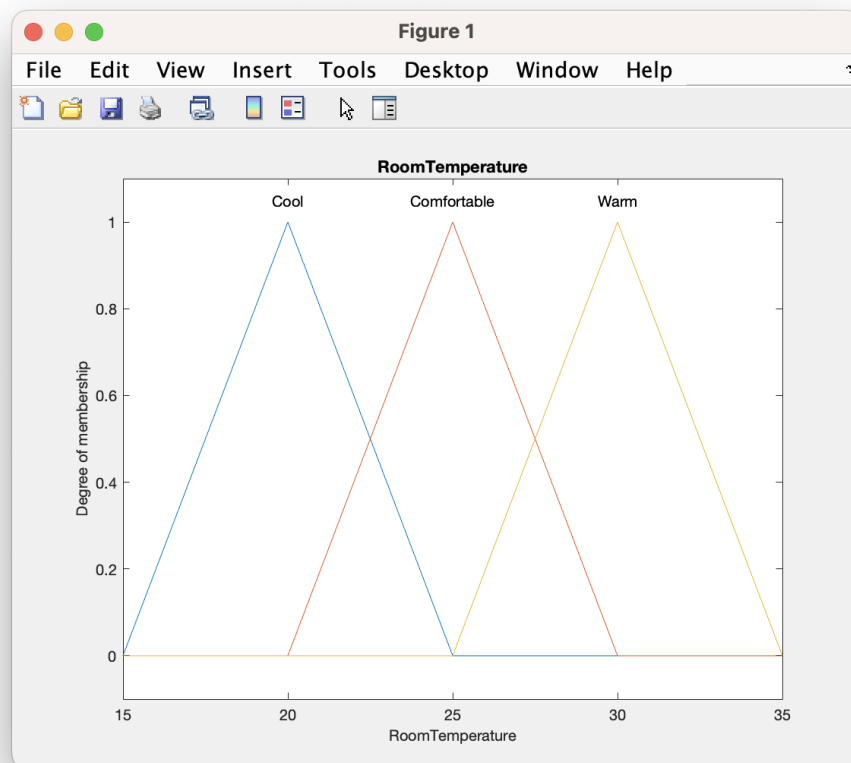


Рис. 3.8. Візуалізація змінної "Температура кімнати"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

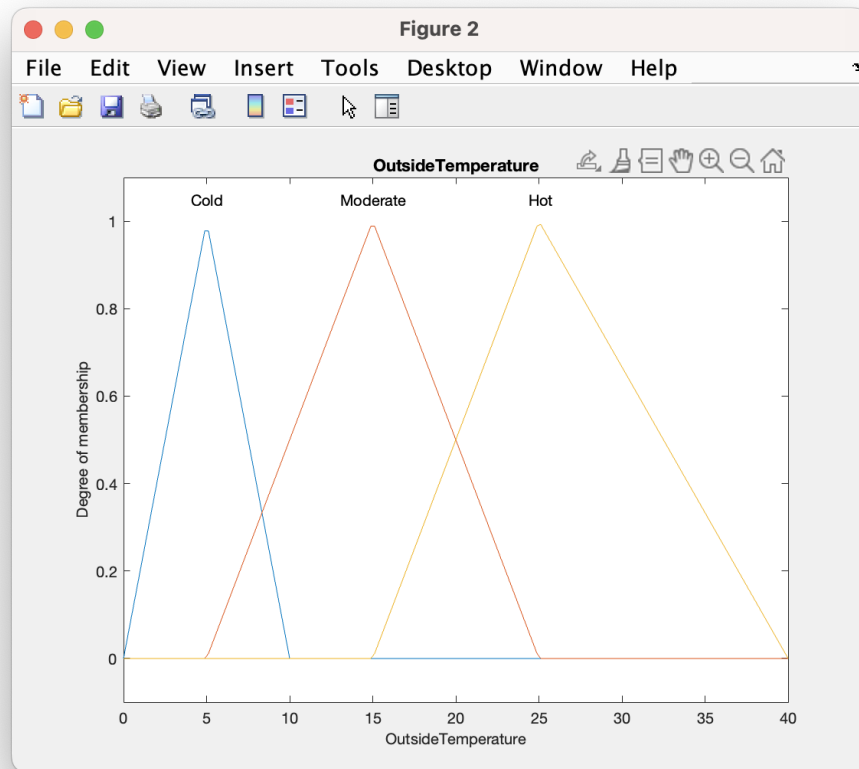


Рис. 3.9. Візуалізація змінної "Температура зовні"

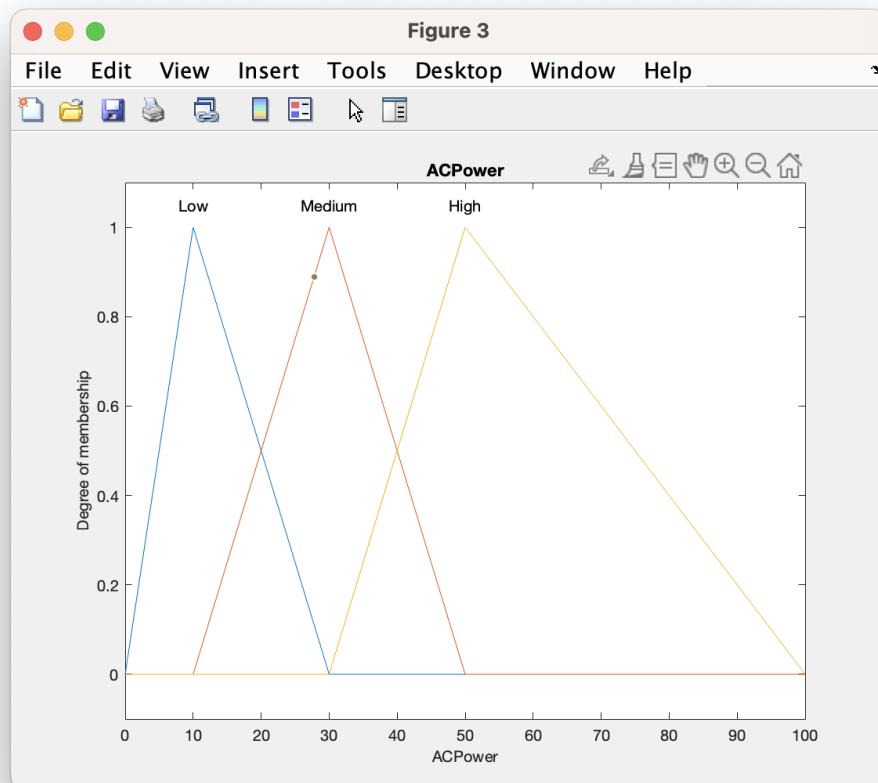


Рис. 3.10. Візуалізація змінної "Потужність"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

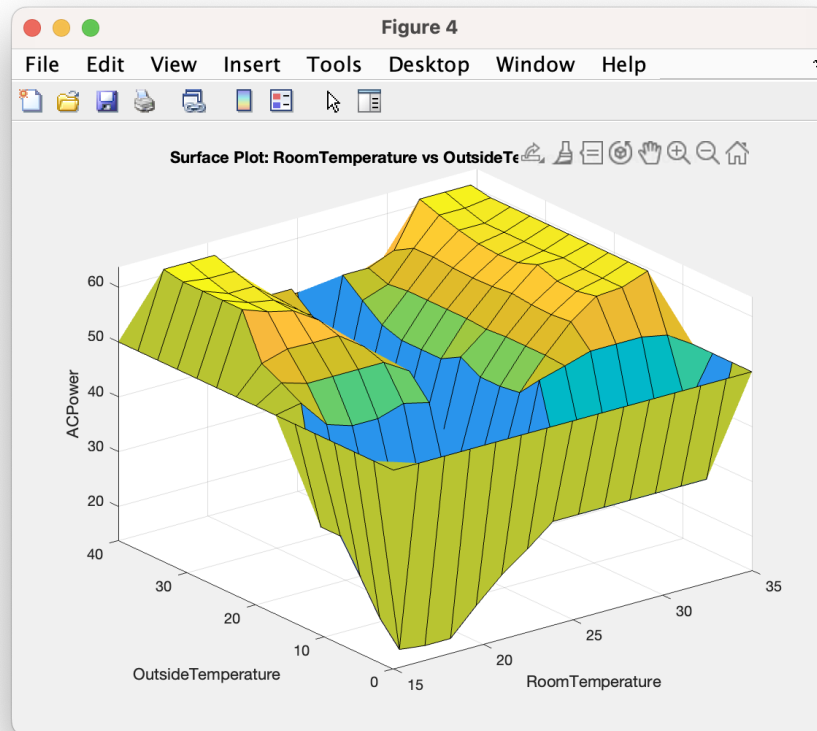


Рис. 3.11. Візуалізація системи прийняття рішень

3.4. За аналогією побудуємо нечітку модель керування контейнерним краном.

```

fis = newfis('ContainerCrane');
fis = addvar(fis, 'input', 'ContainerPosition', [-1 1]);
fis = addvar(fis, 'input', 'SwingLevel', [0 1]);

fis = addvar(fis, 'output', 'MotorPower', [-1 1]);

fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Horizontal', 'trimf', [-1 -1 0]);
fis = addmf(fis, 'input', 1, 'Vertical', 'trimf', [-1 0 1]);
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'LowSwing', 'trimf', [0 0 0.5]);
fis = addmf(fis, 'input', 2, 'HighSwing', 'trimf', [0.5 1 1]);

fis = addmf(fis, 'output', 1, 'LowPower', 'trimf', [-1 -1 -0.5]);
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'MediumPower', 'trimf', [-1 -0.5 0]);
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'HighPower', 'trimf', [-0.5 0 1]);
fis = addmf(fis, 'output', 1, 'StopPower', 'trimf', [0 1 1]);

rule1 = "ContainerPosition is Horizontal and SwingLevel is LowSwing then MotorPower is MediumPower";
rule2 = "ContainerPosition is Horizontal and SwingLevel is HighSwing then MotorPower is LowPower";
rule3 = "ContainerPosition is Vertical and SwingLevel is LowSwing then MotorPower is HighPower";
rule4 = "ContainerPosition is Vertical and SwingLevel is HighSwing then MotorPower is MediumPower";

fis = addrule(fis, [rule1; rule2; rule3; rule4]);

figure;
plotmf(fis, 'input', 1);
title('Container Position');

```

```
figure;  
plotmf(fis, 'input', 2);  
title('Swing Level');
```

```
figure;  
plotmf(fis, 'output', 1);  
title('Motor Power');
```

```
figure;  
gensurf(fis);  
title('Surface Plot: Container Position vs Swing Level vs Motor Power');  
xlabel('Container Position');  
ylabel('Swing Level');  
zlabel('Motor Power');
```

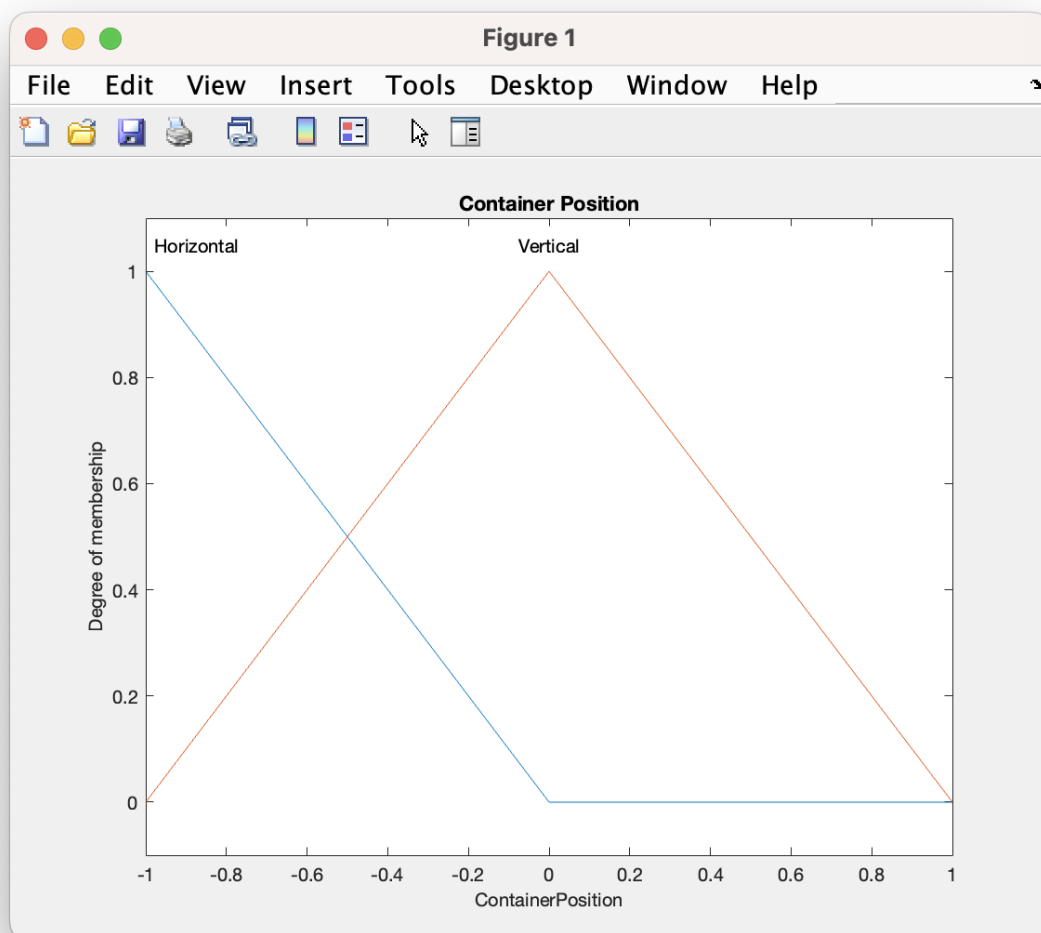


Рис. 3.8. Візуалізація змінної "Позиція"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

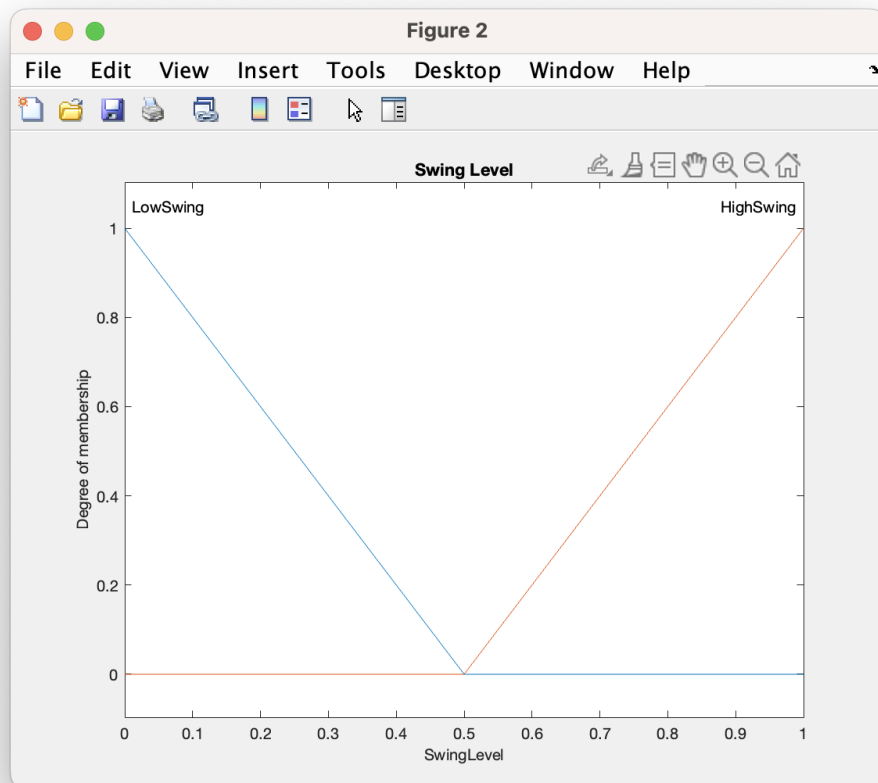


Рис. 3.9. Візуалізація змінної "Рівень безпеки"

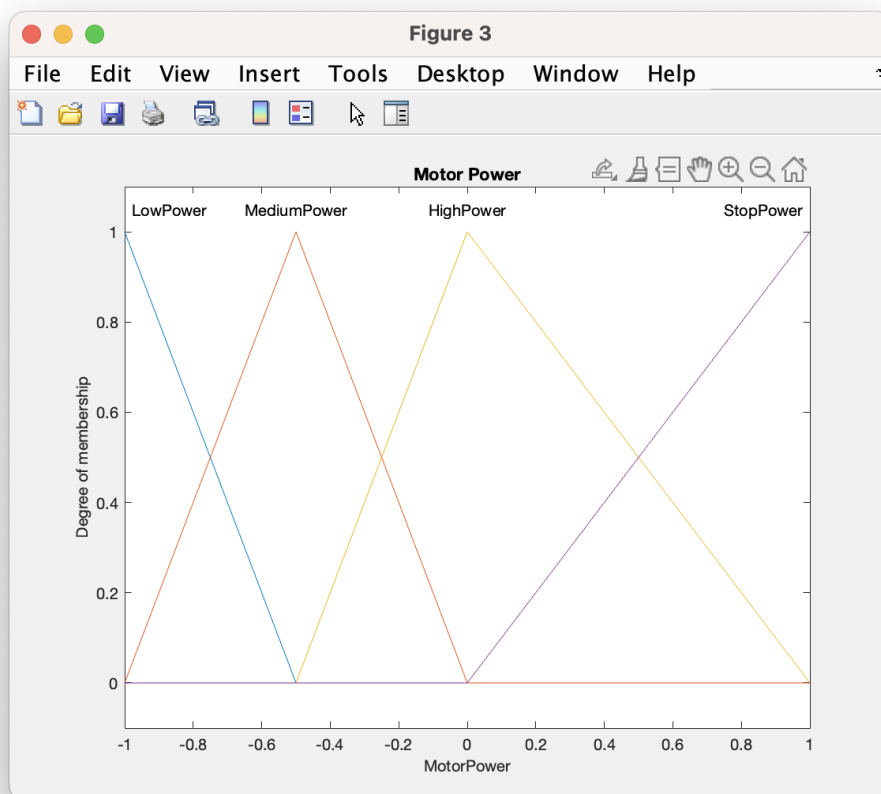


Рис. 3.10. Візуалізація змінної "Потужність"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

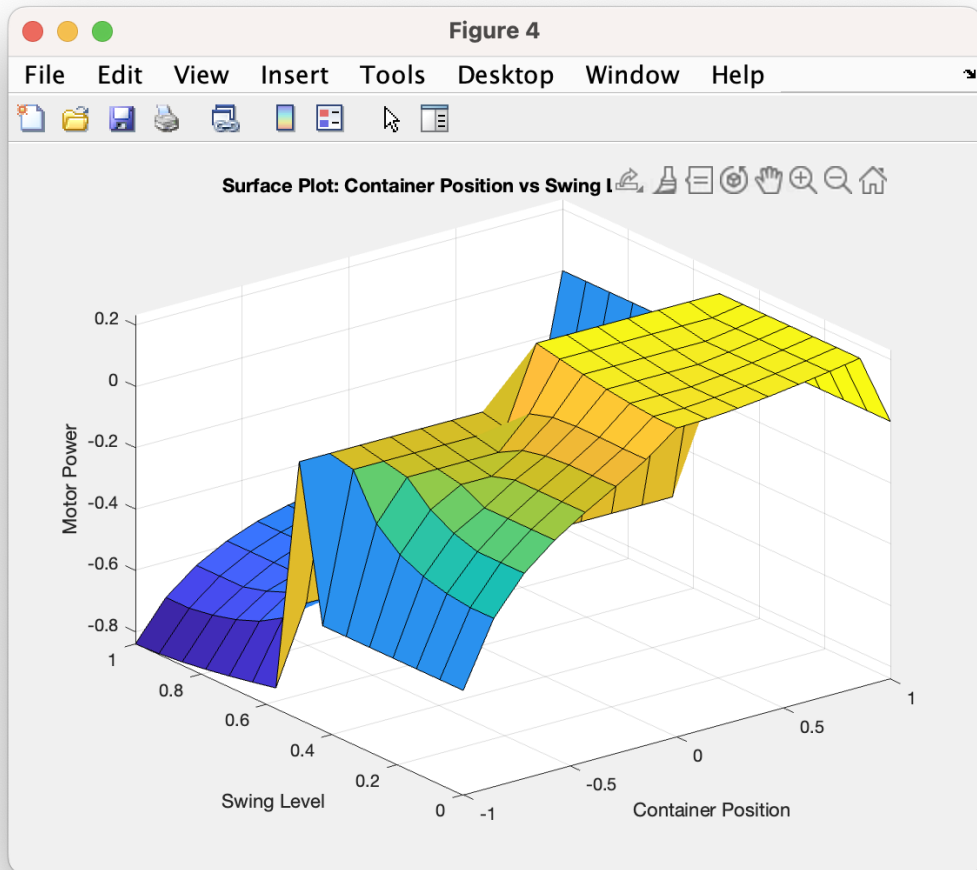


Рис. 3.11. Візуалізація системи прийняття рішень

Висновок: отримано навички з проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу та баз знань нечітких продукцій.