

实验题目：隶属度函数仿真

姓名：邱姜铭 学号：22122861

题目分析：

1. 参考 p.21 例 3.5 对 6 种隶属度函数进行仿真。
2. 完成 p.28 页，习题 3-1 的隶属度函数设计和仿真输出

1. 高斯型隶属函数
2. 广义钟型隶属函数
3. S 形隶属函数
4. 梯形隶属函数
5. 三角形隶属函数
6. Z 形隶属函数

已知年龄的论域为 $[0, 200]$ ，且设“年老 O ”和“年轻 Y ”两个模糊集合的隶属函数分别为：

$$\mu_O(a) = \begin{cases} 0 & 0 \leq a \leq 50 \\ \frac{a-50}{20} & 50 < a < 70 \\ 1.0 & a \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_Y(a) = \begin{cases} 1.0 & 0 \leq a \leq 25 \\ \frac{70-a}{45} & 25 < a < 70 \\ 0 & a \geq 70 \end{cases}$$

试设计“很年轻 W ”“不老也不年轻 V ”两个模糊集合的隶属函数，并采用 Matlab 实现针对此上面 4 个隶属函数的仿真。

1. “很年轻 W ”隶属函数设计：

- 由于“很年轻”比“年轻”更严格，因此我们可以让它在年龄更小的范围内为 1，并且下降得更快。
- 可以使用一个修改后的隶属函数，比如修改 $\mu_Y(a)$ 函数的参数，使其更集中于年轻的年龄段。

我们可以将 $\mu_W(a)$ 设计为：

$$\mu_W(a) = \begin{cases} 1.0 & 0 \leq a \leq 20 \\ \frac{45-a}{25} & 20 < a < 45 \\ 0 & a \geq 45 \end{cases}$$

2. “不老也不年轻 V ”隶属函数设计：

- “不老也不年轻”意味着年龄处于中间的阶段，既不属于“年老”，也不属于“年轻”。这可以通过两边下降、中间平缓的隶属函数来描述。
- 可以用一个梯形隶属函数来表示，例如：

$$\mu_V(a) = \begin{cases} 0 & a \leq 25 \text{ 或 } a \geq 70 \\ \frac{a-25}{15} & 25 < a < 40 \\ 1.0 & 40 \leq a \leq 55 \\ \frac{70-a}{15} & 55 < a < 70 \end{cases}$$

程序代码：

```
% Membership function simulation for 6 types
x = 0:0.1:10;

% Gaussian membership function
```

```

y1 = gaussmf(x, [2 5]);
subplot(3, 2, 1);
plot(x, y1, 'k');
title('Gaussian MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% General Bell membership function
y2 = gbellmf(x, [2 4 6]);
subplot(3, 2, 2);
plot(x, y2, 'k');
title('General Bell MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% S membership function
y3 = sigmf(x, [2 4]);
subplot(3, 2, 3);
plot(x, y3, 'k');
title('S MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% Trapezoid membership function
y4 = trapmf(x, [1 5 7 8]);
subplot(3, 2, 4);
plot(x, y4, 'k');
title('Trapezoid MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% Triangle membership function
y5 = trimf(x, [3 6 8]);
subplot(3, 2, 5);
plot(x, y5, 'k');
title('Triangle MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% Z membership function
y6 = zmf(x, [3 7]);
subplot(3, 2, 6);
plot(x, y6, 'k');
title('Z MF');
xlabel('x'); ylabel('y');

% Save the figure as a PNG file
saveas(gcf, 'membership_functions.png');

```

```

% Age domain
a = 0:0.1:100;

% Old (O) membership function
mu_O = zeros(size(a));
mu_O(a > 50 & a <= 70) = (a(a > 50 & a <= 70) - 50) / 20;
mu_O(a > 70) = 1;

% Young (Y) membership function
mu_Y = zeros(size(a));
mu_Y(a <= 25) = 1;
mu_Y(a > 25 & a < 70) = (70 - a(a > 25 & a < 70)) / 45;

% Very Young (W) membership function
mu_W = zeros(size(a));
mu_W(a <= 20) = 1;
mu_W(a > 20 & a < 45) = (45 - a(a > 20 & a < 45)) / 25;

% Neither Old Nor Young (V) membership function
mu_V = zeros(size(a));
mu_V(a > 25 & a < 40) = (a(a > 25 & a < 40) - 25) / 15;
mu_V(a >= 40 & a <= 55) = 1;
mu_V(a > 55 & a < 70) = (70 - a(a > 55 & a < 70)) / 15;

% Plot the membership functions
figure;
subplot(2, 2, 1);
plot(a, mu_O, 'k', 'LineWidth', 1.5);
title('Old (O)');
xlabel('Age'); ylabel('Membership');

subplot(2, 2, 2);
plot(a, mu_Y, 'k', 'LineWidth', 1.5);
title('Young (Y)');
xlabel('Age'); ylabel('Membership');

subplot(2, 2, 3);
plot(a, mu_W, 'k', 'LineWidth', 1.5);
title('Very Young (W)');
xlabel('Age'); ylabel('Membership');

subplot(2, 2, 4);
plot(a, mu_V, 'k', 'LineWidth', 1.5);

```

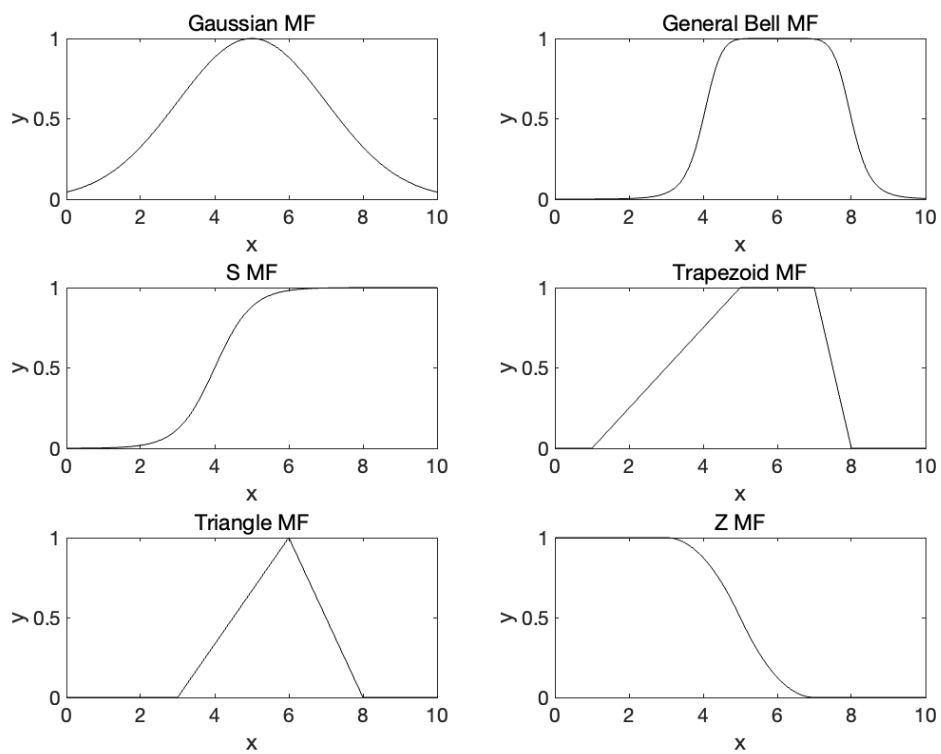
```

title('Neither Old Nor Young (V)');
xlabel('Age'); ylabel('Membership');

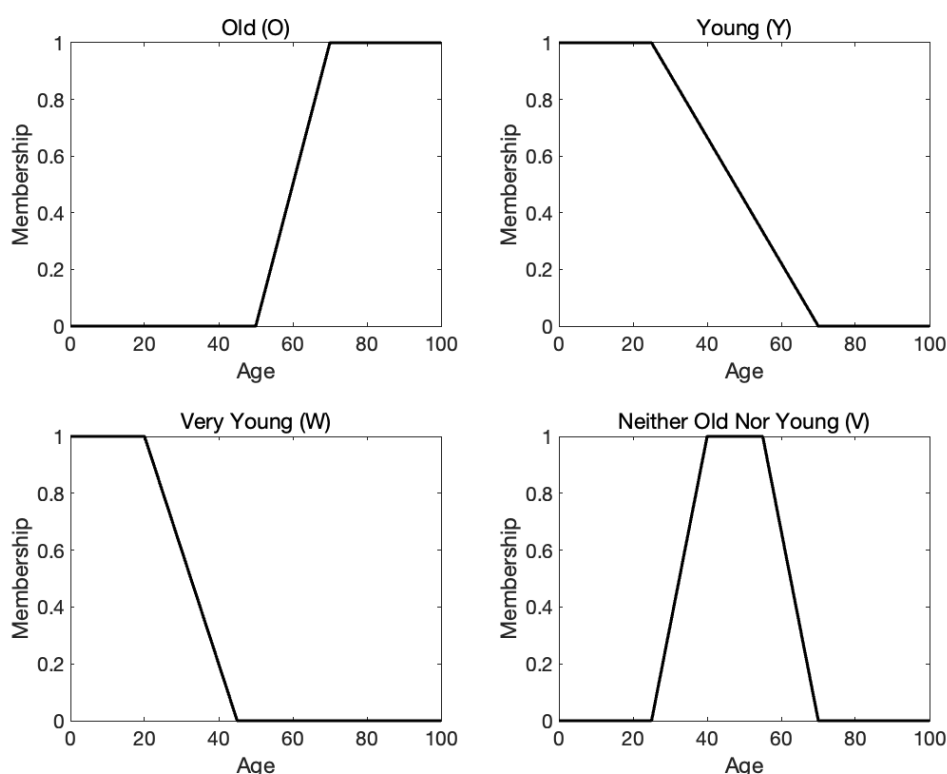
% Save the figure as a PNG file
saveas(gcf, 'fuzzy_age_membership_functions.png');

```

实验结果图：



图表 1 六种隶属度函数的仿真



图表 2 习题 3-1 隶属度仿真

实验仿真结果分析与结论：

通过对 6 种不同隶属度函数的仿真，可以清晰地观察到每种函数在处理模糊性方面的表现。

- **高斯和广义贝尔隶属函数**适合处理具有平滑过渡的模糊问题，尤其是那些需要软边界的情况，如自然现象的分类和连续控制问题。
- **S 型和 Z 型隶属函数**分别适用于表示从低到高（如增长）的过程或从高到低（如衰减）的过程，适合处理递增或递减的模糊性。
- **梯形和三角形隶属函数**则更加适合描述有明确边界的模糊概念，尤其是在处理模糊分类时，能很好地表示出中间状态和范围。

不同的隶属函数可以根据具体的应用场景进行选择，仿真结果为理解模糊逻辑系统中隶属度函数的性质提供了可视化支持。

在题 3-1 的实验中，我们针对“年老 (O)”、“年轻 (Y)”、“很年轻 (W)” 和 “不老也不年轻 (V)” 这四个模糊集合进行了隶属函数的设计与仿真。

分析：

- **年老 (O)：**隶属函数在 50 岁之前为 0，表示完全不年老；在 50 至 70 岁之间，隶属度从 0 逐渐上升到 1；超过 70 岁，完全属于“年老”。
- **年轻 (Y)：**隶属度在 25 岁之前为 1，完全属于“年轻”；25 到 70 岁之间，隶属度逐渐

下降，70 岁及以上隶属度为 0，不再属于年轻。

- 很年轻 (W): 仿真结果显示隶属函数在 20 岁之前为 1，表示完全属于“很年轻”；在 20 岁到 45 岁之间，隶属度逐渐从 1 降到 0，表明随着年龄增大，属于“很年轻”的程度逐渐降低。

- 不老也不年轻 (V): 仿真图显示这是一个梯形隶属函数，表示年龄在 40 至 55 岁之间的人既不属于“年老”也不属于“年轻”；40 岁以下和 55 岁以上的年龄段隶属度逐渐过渡到 0。

通过对四个隶属函数的仿真，可以清晰地看出每个年龄段的隶属度分布情况，从而更好地表达年龄模糊集合的定义。每个函数的形状与其含义一致，验证了设计的合理性。

知识补充：

1. 模糊集合 (Fuzzy Sets):

- 模糊集合是经典集合论的扩展。在经典集合中，元素要么属于集合，要么不属于集合，隶属度为 0 或 1。然而，模糊集合允许元素部分地属于集合，即隶属度可以取 0 到 1 之间的任意值。模糊集合的隶属函数定义了元素属于集合的程度。

2. 隶属函数 (Membership Functions):

- 隶属函数用于描述模糊集合中的元素的隶属度。在模糊逻辑中，常用的隶属函数包括三角函数、梯形函数、高斯函数、S 函数和 Z 函数等。每种隶属函数适用于不同的应用场景，能够表达不同类型的模糊性。

3. 模糊逻辑 (Fuzzy Logic):

- 模糊逻辑是处理模糊性和不确定性的数学工具，特别适用于现实生活中的模糊概念。与经典逻辑不同，模糊逻辑允许真值介于完全真和完全假之间。模糊逻辑系统广泛应用于控制系统、决策系统等领域。

4. 模糊集合的运算:

- 模糊集合可以进行交、并、补运算，类似于经典集合的运算，但在模糊集合中，运算结果的隶属度是通过对隶属函数进行组合计算得到的。例如：

- **交集:** 最小化操作。
- **并集:** 最大化操作。
- **补集:** 1 减去隶属度。