模糊控制导论

苏临之
sulinzhi029@nwu.edu.cn

模糊控制导论纲要

- 模糊控制基本概念
- **模糊集合及其运算**
- 模糊关系的数学表示和运算
- 模糊控制逻辑基础与推理运算
- 模糊C均值聚类法
- 科技文献书写和阅读

模糊集合表示方法

- Zadeh法
- 序对法
- 向量法
- 函数法

常用连续型隶属度函数

- 三角形
- 钟形
- 高斯型
- 梯形
- Sigmoid型

MATLAB绘制隶属度图象

- 程序中的语句都是什么含义？

```
clc;clear all;close all;
tic;
x=[-1,0,1,2,3];A=0.16*x.^2-0.48*x+0.36;
xmin=min(x);xmax=max(x);ymax=max(A);
figure;stem(x,A);
axis([xmin-0.2,xmax+0.5,0,1.05*ymax]);
xlabel('x');ylabel('Membership Function');
box off;
toc;
```

支集、核和正规模糊集

- 对于定义在论域U上的模糊集合A来说，全体隶属度大于0的元素组成了支集Supp A，全体隶属度等于1的元素组成了核Ker A。当Ker A不是空集时，称A是正规模糊集。

- 支集和核都是经典集合。

$$\mathrm{Supp}\ A = \{x \mid x \in U, A(x) > 0\}$$
$$\mathrm{Ker}\ A = \{x \mid x \in U, A(x) = 1\}$$

MATLAB的计算分析

例1：设论域U={-1,0,1,2,3,4,5,6}，模糊集合A的隶属度函数$A(x)=|0.05x^3-0.35x^2+0.2x+0.6|$。以下代码变量u和v分别代表了什么？运行结果和理论值是否有偏差？如果有，应该怎么解决这个问题？

```
clc;clear all;close all;
tic;
x=[-1,0,1,2,3,4,5,6];
A=abs(0.05*x.^3-0.35*x.^2+0.2*x+0.6);
u=x(A~=0);v=x(A==1);
toc;
```

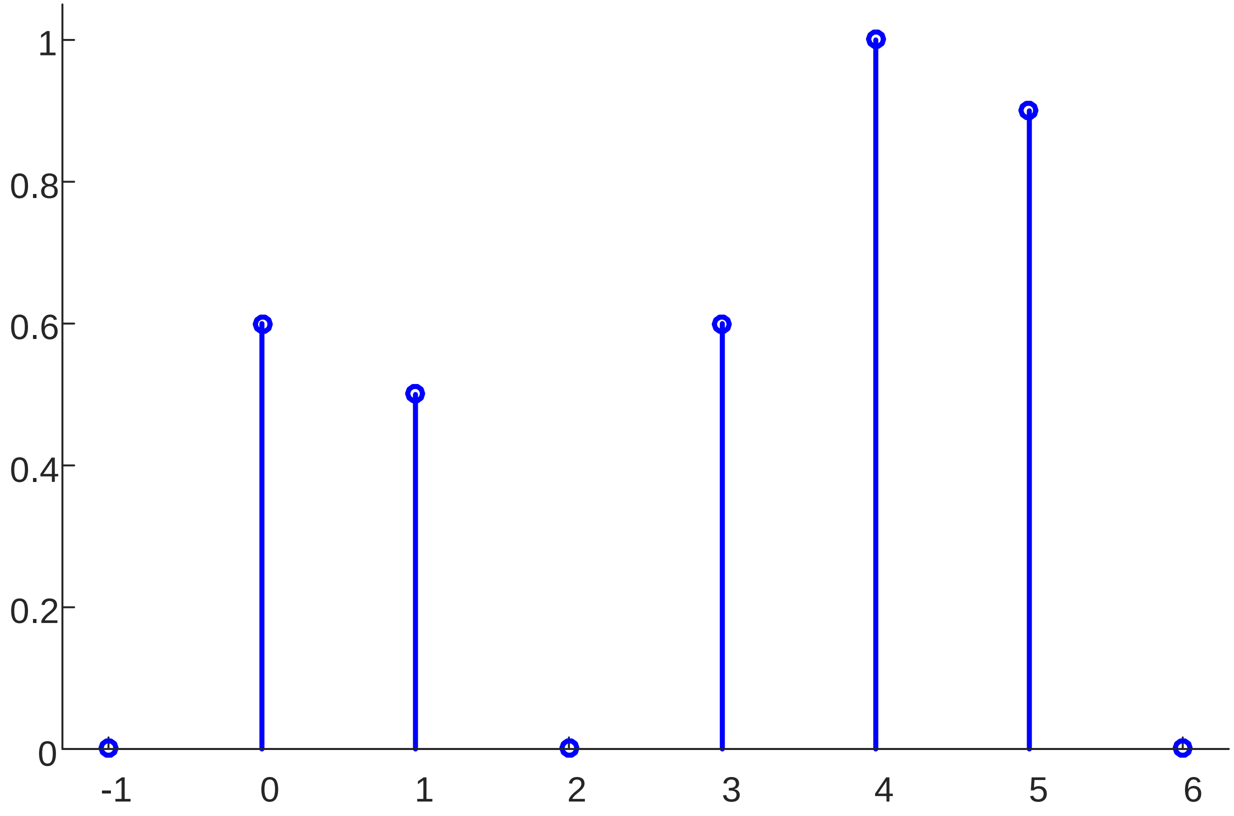
MATLAB的计算分析

- u=x(A~=0)表示挑选出使得变量A不为0的x值，因此u实际上就是*A*的支集。同理v=x(A==1)代表*A*的核。

```
clc;clear all;close all;
tic;
x=[-1,0,1,2,3,4,5,6];
A=abs(0.05*x.^3-0.35*x.^2+0.2*x+0.6);
u=x(A~=0);v=x(A==1);
toc;
```

MATLAB的计算分析

- 理论上u的值是 [0,1,3,4,5]，v的值是4。



MATLAB的计算分析

- 但是运行这段代码并查看u和v的值却并非如此。

```
>> u

u =

     0     1     2     3     4     5     6

>> v

v =

   Empty matrix: 1-by-0
```

MATLAB的计算分析

- 查看变量区x和A的值，结果如下。可知x取2、4、6时候产生了运算误差。

-1	0
0	0.6000000000000000
1	0.5000000000000000
2	1.110223024625156e-16
3	0.6000000000000000
4	0.9999999999999999
5	0.9000000000000000
6	1.221245327087672e-15

MATLAB的计算分析

- 可知x=2和6时，A的计算结果不是严格为0；x=4时，A也不是严格为1。这是为什么呢？

```
-1      0
0       0.600000000000000
1       0.500000000000000
2       1.110223024625156e-16
3       0.600000000000000
4       0.999999999999999
5       0.900000000000000
6       1.221245327087672e-15
```

MATLAB的计算分析

- 实际上因为默认数据是double型，浮点数运算会导致累积误差，在x=2、4和6时比较显著。因此先将运算结果扩大1000倍并转换为uint16再缩小即可。

```
-1      0
0       0.6000000000000000
1       0.5000000000000000
2       1.110223024625156e-16
3       0.6000000000000000
4       0.9999999999999999
5       0.9000000000000000
6       1.221245327087672e-15
```

MATLAB的计算分析

- 代码更改如下。强制转换为uint16截断误差，再缩小时就没有上述问题了。你还有其他解决问题的方法吗？

```
clc;clear all;close all;
tic;
x=[-1,0,1,2,3,4,5,6];
A=abs(0.05*x.^3-0.35*x.^2+0.2*x+0.6);
A=double(uint16(1000*A))/1000;
u=x(A~=0);v=x(A==1);
toc;
```

集合的数积

- 对于定义在论域U上的模糊集合（或经典集合）A来说，若$0\leq\lambda\leq 1$，则可以定义数积集合λA，其隶属度函数如下：

$$\lambda A(x)=\begin{cases} A(x) & \text{if } \lambda \geq A(x) \\ \lambda & \text{if } \lambda < A(x) \end{cases}$$

$$=\min\{A(x),\lambda\}=\lambda\wedge A(x)$$

- 通俗地说：对集合的数积的运算，相当于对隶属度进行"削头"处理。

模糊凸集

- 对定义在**R**上的模糊集A，若$\forall x_1$，x_2，$x_3 \in \mathbf{R}$，且$x_1>x_2>x_3$，均有下式成立，则称A是凸模糊集，否则称A是非凸模糊集。当下式的“$\geq$”变为“$>$”时，称之为严格凸集。

$$A(x_2) \geq \min\{A(x_1), A(x_3)\} = A(x_1) \wedge A(x_3)$$

- 通俗地说，凸集的隶属度函数直观表现出来是单峰的，对于连续函数来说可以有“凹”的区域，但不能有“凹陷”的区域。

模糊数

- 当模糊集合A同时满足正规和凸集两个条件时，则称A是一个模糊数。
- 直观来看，模糊数要求有两点：① 隶属度图象必须是单峰的；② 其最大值（峰值）的隶属度值必须是1。
- 日常生活中，“1.8m上下”“20人左右”等这种描述的语言均可以用模糊数表示。

模糊数概念举例

例2：以下有关模糊数的说法，哪些是正确的？哪些是错误的？为什么错了？

① 模糊数的隶属度函数若处处存在二阶导数，而其二阶导数值不大于0。×

② 设x_0是模糊数隶属度函数的极大值，则x_0左侧函数严格单调递增，x_0右侧函数严格单调递减。×

③ 模糊数的支集可能是实数集**R**。√

④ 模糊数的核可能包含不止一个元素。√

⑤ 设$0<\lambda<1$，模糊数和λ的积仍然为一模糊数。×

模糊数概念举例

例3：填空题：

1. 设A是定义在论域U上的模糊数，设$p \in (0,1)$ ，则 $\text{Ker}\,(pA) = \emptyset$。
2. 设A是定义在论域$U = [1, r]$上的正规模糊集合，$A(x) = 0.01x^2$, 则$r = 10$。
3. 对任意模糊集合A，$(\text{Supp}\ A) \cap (\text{Ker}\ A) = \text{Ker}\ A$，$(\text{Supp}\ A) \cup (\text{Ker}\ A) = \text{Supp}\ A$。

模糊集合的运算

- 模糊全集和空集
- 模糊集合包含与相等
- 模糊集合补集
- 模糊集合交集和并集

模糊全集和空集

- 如果集合A就是论域U本身，即$\forall x \in U$，均有$A(x)=1$，则称A为模糊全集，记作$A=U$。
- 如果$\forall x \in U$，均有$A(x)=0$，则称A为模糊空集，记作$A=\emptyset$。
- 模糊全集和模糊空集都属于经典集合。

模糊集合的包含和相等

- 设A和B是定义在论域U上的模糊集，如果$\forall x \in U$，均有$A(x) \le B(x)$，则称为A包含于B，记为$A \subseteq B$。这是经典集合的包含概念的推广。

- 在上式中，如果$\forall x \in U$，均有$A(x)=B(x)$，则称为A等于B，记为$A=B$。可见相等是包含特殊情形。

模糊集合的补集

- 设A和B是定义在论域U上的模糊集，如果$\forall x \in U$，均有$B(x)=1-A(x)$，则称为B是A的补集，记为$B=A^{C}$。

$$U=\{1,2,3,4,5\}$$

$$A=\frac{0.2}{1}+\frac{0.4}{2}+\frac{0.7}{3}+\frac{0.8}{4}+\frac{0.9}{5}$$

$$A^{C}=\frac{0.8}{1}+\frac{0.6}{2}+\frac{0.3}{3}+\frac{0.2}{4}+\frac{0.1}{5}$$

模糊集合的交集

- 设A、B和C是定义在论域U上的模糊集，$\forall x \in U$，若有$C(x)=\min\{A(x), B(x)\}=A(x) \wedge B(x)$，则称为$C$是$A$和$B$的交集，记为$C=A \cap B$。

$$U=\{1,2,3,4,5\}$$

$$A=\frac{0.2}{1}+\frac{0.4}{2}+\frac{0.7}{3}+\frac{0.8}{4}+\frac{0.9}{5}$$

$$B=\frac{0.3}{1}+\frac{0.5}{2}+\frac{0.1}{3}+\frac{0.4}{4}+\frac{1}{5}$$

$$A \cap B=\frac{0.2}{1}+\frac{0.4}{2}+\frac{0.1}{3}+\frac{0.4}{4}+\frac{0.9}{5}$$

模糊集合的并集

- 设A、B和C是定义在论域U上的模糊集，$\forall x\in U$，若有$C(x)=\max\{A(x), B(x)\}=A(x)\vee B(x)$，则称为$C$是$A$和$B$的并集，记为$C=A\cup B$。

$$U=\{1,2,3,4,5\}$$

$$A=\frac{0.2}{1}+\frac{0.4}{2}+\frac{0.7}{3}+\frac{0.8}{4}+\frac{0.9}{5}$$

$$B=\frac{0.3}{1}+\frac{0.5}{2}+\frac{0.1}{3}+\frac{0.4}{4}+\frac{1}{5}$$

$$A\bigcup B=\frac{0.3}{1}+\frac{0.5}{2}+\frac{0.7}{3}+\frac{0.8}{4}+\frac{1}{5}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$;

2、求$(A \cap B)^C$和$A^C \cup B^C$以及 $A \cap A^C$和$A \cup A^C$;

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

$$A = \frac{0.2}{1} + \frac{0.8}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{1}{4}$$

$$B = \frac{0.3}{0} + \frac{0.7}{1} + \frac{0.9}{2} + \frac{0.5}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$;

2、求$(A\cap B)^C$和$A^C\cup B^C$以及 $A\cap A^C$和$A\cup A^C$;

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：首先将A和B写成完全的形式。

$$A=\frac{0}{0}+\frac{0.2}{1}+\frac{0.8}{2}+\frac{0.6}{3}+\frac{1}{4}$$

$$B=\frac{0.3}{0}+\frac{0.7}{1}+\frac{0.9}{2}+\frac{0}{3}+\frac{0.5}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，$A, B\in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^{C}、B^{C}、$A\cap B$和$A\cup B$;

2、求$(A\cap B)^{C}$和$A^{C}\cup B^{C}$以及 $A\cap A^{C}$和$A\cup A^{C}$;

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A^{C}=\frac{1-0}{0}+\frac{1-0.2}{1}+\frac{1-0.8}{2}+\frac{1-0.6}{3}+\frac{1-1}{4}$$

$$=\frac{1}{0}+\frac{0.8}{1}+\frac{0.2}{2}+\frac{0.4}{3}+\frac{0}{4}=\frac{1}{0}+\frac{0.8}{1}+\frac{0.2}{2}+\frac{0.4}{3}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$;

2、求$(A\cap B)^C$和$A^C\cup B^C$以及 $A\cap A^C$和$A\cup A^C$;

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$B^C=\frac{1-0.3}{0}+\frac{1-0.7}{1}+\frac{1-0.9}{2}+\frac{1-0}{3}+\frac{1-0.5}{4}$$

$$=\frac{0.7}{0}+\frac{0.3}{1}+\frac{0.1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{0.5}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U=\{0,1,2,3,4\}，$A, B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$；

2、求$(A \cap B)^C$和$A^C \cup B^C$以及 $A \cap A^C$和$A \cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A \bigcap B = \frac{0 \wedge 0.3}{0} + \frac{0.2 \wedge 0.7}{1} + \frac{0.8 \wedge 0.9}{2} + \frac{0.6 \wedge 0}{3} + \frac{1 \wedge 0.5}{4}$$

$$= \frac{0}{0} + \frac{0.2}{1} + \frac{0.8}{2} + \frac{0}{3} + \frac{0.5}{4} = \frac{0.2}{1} + \frac{0.8}{2} + \frac{0.5}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域$U=\{0,1,2,3,4\}$，$A, B\in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$；

2、求$(A\cap B)^C$和$A^C\cup B^C$以及 $A\cap A^C$和$A\cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A\bigcup B=\frac{0\vee 0.3}{0}+\frac{0.2\vee 0.7}{1}+\frac{0.8\vee 0.9}{2}+\frac{0.6\vee 0}{3}+\frac{1\vee 0.5}{4}$$

$$=\frac{0.3}{0}+\frac{0.7}{1}+\frac{0.9}{2}+\frac{0.6}{3}+\frac{1}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，$A, B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$；

2、求$(A \cap B)^C$和$A^C \cup B^C$以及 $A \cap A^C$和$A \cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$(A \cap B)^C = \frac{1-0}{0} + \frac{1-0.2}{1} + \frac{1-0.8}{2} + \frac{1-0}{3} + \frac{1-0.5}{4}$$

$$= \frac{1}{0} + \frac{0.8}{1} + \frac{0.2}{2} + \frac{1}{3} + \frac{0.5}{4}$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^{C}、B^{C}、$A\cap B$和$A\cup B$;

2、求$(A\cap B)^{C}$和$A^{C}\cup B^{C}$以及 $A\cap A^{C}$和$A\cup A^{C}$;

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A^{C}\bigcup B^{C}=\frac{1\vee 0.7}{0}+\frac{0.8\vee 0.3}{1}+\frac{0.2\vee 0.1}{2}+\frac{0.4\vee 1}{3}+\frac{0\vee 0.5}{4}$$

$$=\frac{1}{0}+\frac{0.8}{1}+\frac{0.2}{2}+\frac{1}{3}+\frac{0.5}{4}=\left(A\bigcap B\right)^{\mathrm{C}}$$

模糊集合运算举例

例4：论域$U=\{0,1,2,3,4\}$，$A, B\in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$；

2、求$(A\cap B)^C$和$A^C\cup B^C$以及 $A\cap A^C$和$A\cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A\bigcap A^C=\frac{0\wedge 1}{0}+\frac{0.2\wedge 0.8}{1}+\frac{0.8\wedge 0.2}{2}+\frac{0.6\wedge 0.4}{3}+\frac{1\wedge 0}{4}$$

$$=\frac{0}{0}+\frac{0.2}{1}+\frac{0.2}{2}+\frac{0.4}{3}+\frac{0}{4}=\frac{0.2}{1}+\frac{0.2}{2}+\frac{0.4}{3}\neq\varnothing$$

模糊集合运算举例

例4：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$；

2、求$(A \cap B)^C$和$A^C \cup B^C$以及 $A \cap A^C$和$A \cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

解：

$$A \bigcup A^C = \frac{0 \vee 1}{0} + \frac{0.2 \vee 0.8}{1} + \frac{0.8 \vee 0.2}{2} + \frac{0.6 \vee 0.4}{3} + \frac{1 \vee 0}{4}$$

$$= \frac{1}{0} + \frac{0.8}{1} + \frac{0.8}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{1}{4} \neq U$$

模糊集合运算举例

例4：论域$U=\{0,1,2,3,4\}$，$A, B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。

1、求A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$；

2、求$(A\cap B)^C$和$A^C\cup B^C$以及 $A\cap A^C$和$A\cup A^C$；

3、De Morgan律还成立吗？互补律还成立吗？

- 由此可知，对于模糊集合来说，**两条De Morgan律依旧成立，而两条互补律不再不成立**。

MATLAB实现模糊集合运算

例5：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。请用MATLAB分别在不同的图里画出A、B、A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$的图象，要求直观显示隶属度，并去掉外框。

$$A = \frac{0}{0} + \frac{0.2}{1} + \frac{0.8}{2} + \frac{0.6}{3} + \frac{1}{4}$$

$$B = \frac{0.3}{0} + \frac{0.7}{1} + \frac{0.9}{2} + \frac{0}{3} + \frac{0.5}{4}$$

MATLAB实现模糊集合运算

例5：论域$U=\{0,1,2,3,4\}$，A, $B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。请用MATLAB分别在不同的图里画出A、B、A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$的图象，要求直观显示隶属度，并去掉外框。

分析：首先用向量表示出U、A和B，然后画图即可。

```
x=[0,1,2,3,4];
A=[0,0.2,0.8,0.6,1];B=[0.3,0.7,0.9,0,0.5];
xmin=min(x);xmax=max(x);ymax=max(A);
figure(1);stem(x,A);
axis([xmin-0.2,xmax+0.5,0,1.05*ymax]);box off;
figure(2);stem(x,B);
axis([xmin-0.2,xmax+0.5,0,1.05*ymax]);box off;
```

MATLAB实现模糊集合运算

例5：论域U={0,1,2,3,4}，A, $B \in \mathscr{F}(U)$如下所示。请用MATLAB分别在不同的图里画出A、B、A^C、B^C、$A \cap B$和$A \cup B$的图象，要求直观显示隶属度，并去掉外框。

分析：补集可以使用全1向量减去对应隶属度，使用这种方法有三种方式，本质一样。

```
[~,N]=size(x);T=ones(1,N);
AC=T-A;BC=T-B;
```

```
T=ones(size(x));
AC=T-A;BC=T-B;
```

```
AC=1-A;BC=1-B;
```

MATLAB实现模糊集合运算

例5：论域$U=\{0,1,2,3,4\}$，$A, B\in\mathscr{F}(U)$如下所示。请用MATLAB分别在不同的图里画出A、B、A^C、B^C、$A\cap B$和$A\cup B$的图象，要求直观显示隶属度，并去掉外框。

分析：min和max函数可以求矩阵对应元素的最小和最大值。因此可以直接使用两者来求交集和并集。

```
AandB=min(A,B);
AorB=max(A,B);
```

MATLAB展示不同隶属度函数

例6：论域U=**R**，A, $B \in \mathscr{F}(U)$，其隶属度函数如下。

1、编写MATLAB程序，分别在一个Figure里的[-3, 12]区间展示以下内容：① A和B；② A和A^C；③ B和B^C。

- 使用不同的颜色和线型，曲线粗细1磅；
- 横轴标签"x"，纵轴标签"Membership Function"；
- 去掉外框，并在图中适当位置显示图例。

2、在图上指出$A \cap B$、$A \cup B$、$A \cap A^C$、$A \cup A^C$、$B \cap B^C$、$B \cup B^C$ 分别是哪部分曲线。

$$A(x) = \exp\left[-\frac{(x-5)^2}{9}\right] \qquad B(x) = \exp\left[-\frac{(x-2)^2}{4}\right]$$

MATLAB展示不同隶属度函数

- 在这个例子中，可以先建立画图用的向量（数组）。注意当程序比较多的时候一定要加上注释。

```
%计算A和B的隶属度
x=-3:0.001:12;
A=exp(-((x-5).^2)/9);
B=exp(-((x-2).^2)/4);
%计算补集
AC=1-A;
BC=1-B;
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- 画图时，一个Figure框里需要同时展示两条不同曲线，且要使用不同线型和颜色。以显示*A*和*B*为例，如下：

```
figure;
plot(x,A,'-b','LineWidth',1);
hold on;
plot(x,B,'--r','LineWidth',1);
axis([-3,12,0,1.05*max(max(A),max(B))]);
box off;
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- 其中，hold on语句表示保持前一条曲线，否则用plot画下一条曲线时，前一条曲线就会消失。

```
figure;
plot(x,A,'-b','LineWidth',1);
hold on;
plot(x,B,'--r','LineWidth',1);
axis([-3,12,0,1.05*max(max(A),max(B))]);
box off;
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- ’-b’和’--r’表示不同线型不同颜色。其中’-’表示用直线连接，’--’表示用双划虚线连接；’b’表示蓝色，’r’表示红色。你还知道哪些其他的线型和颜色？

```
figure;
plot(x,A,'-b','LineWidth',1);
hold on;
plot(x,B,'--r','LineWidth',1);
axis([-3,12,0,1.05*max(max(A),max(B))]);
box off;
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- ’LineWidth’用来设置曲线粗细，后面可以设置不同表示线粗细的数值。注意拼写和大小写。

```
figure;
plot(x,A,'-b','LineWidth',1);
hold on;
plot(x,B,'--r','LineWidth',1);
axis([-3,12,0,1.05*max(max(A),max(B))]);
box off;
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- “xlabel”和“ylabel”用来设置横轴和纵轴的标签，而“legend”用来设置图例。

```
figure;
plot(x,A,'-b','LineWidth',1);
hold on;
plot(x,B,'--r','LineWidth',1);
axis([-3,12,0,1.05*max(max(A),max(B))]);
box off;
xlabel('x');ylabel('Membership Function');
legend('A(x)','B(x)','location','best');
```

MATLAB展示不同隶属度函数

- “legend”设置图例的格式如下：

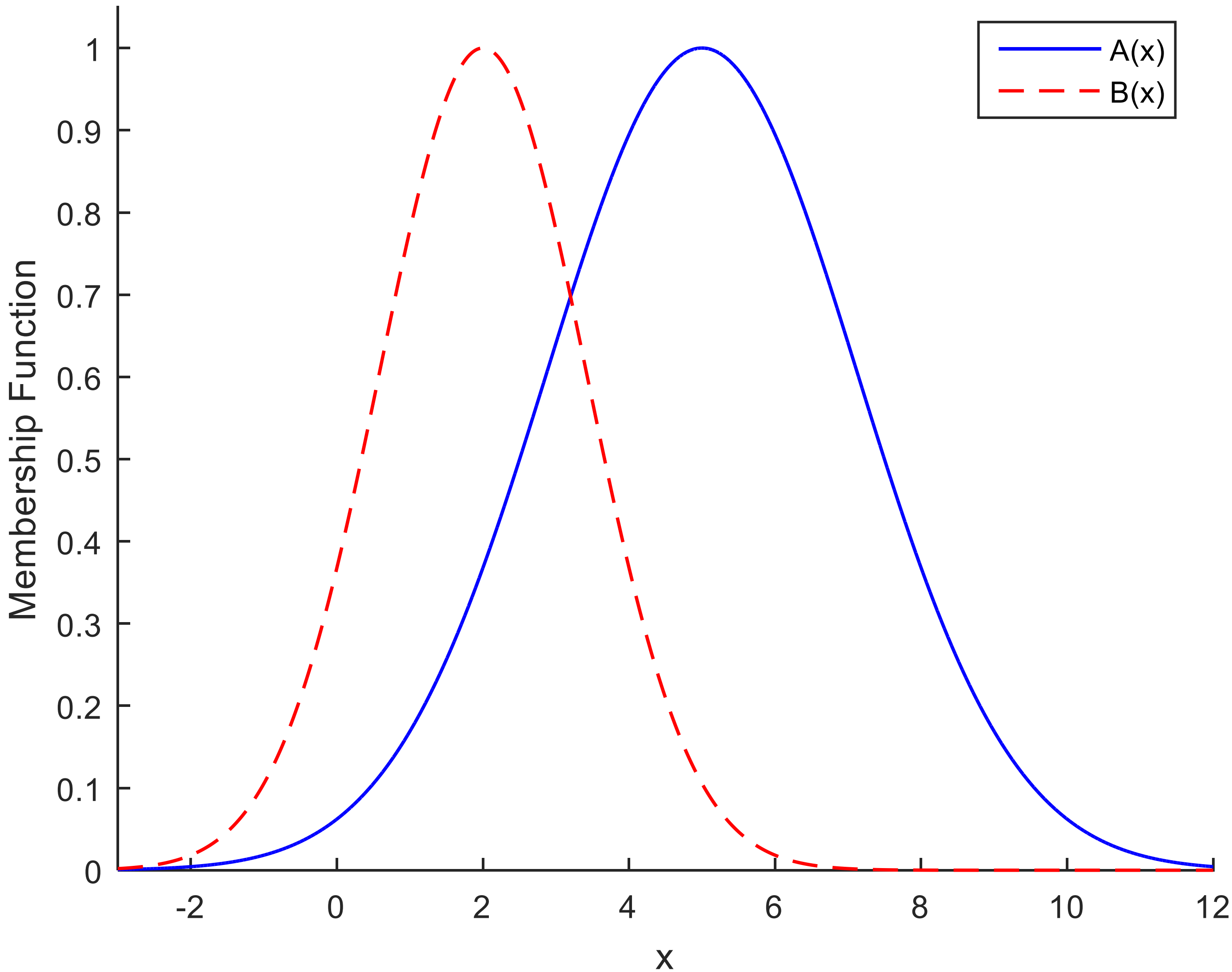
```
legend('Line 1','Line 2','location','xxx');
```

- 其中，Line 1、Line 2等只需设置为所要表达的图例即可。’location’这个字符串不能变化，后面的’xxx’表示具体的位置。’best’ 表示框内曲线冲突最小的位置，此外还可以是’northwest’ ’northeast’ ’southwest’或’southeast’等。

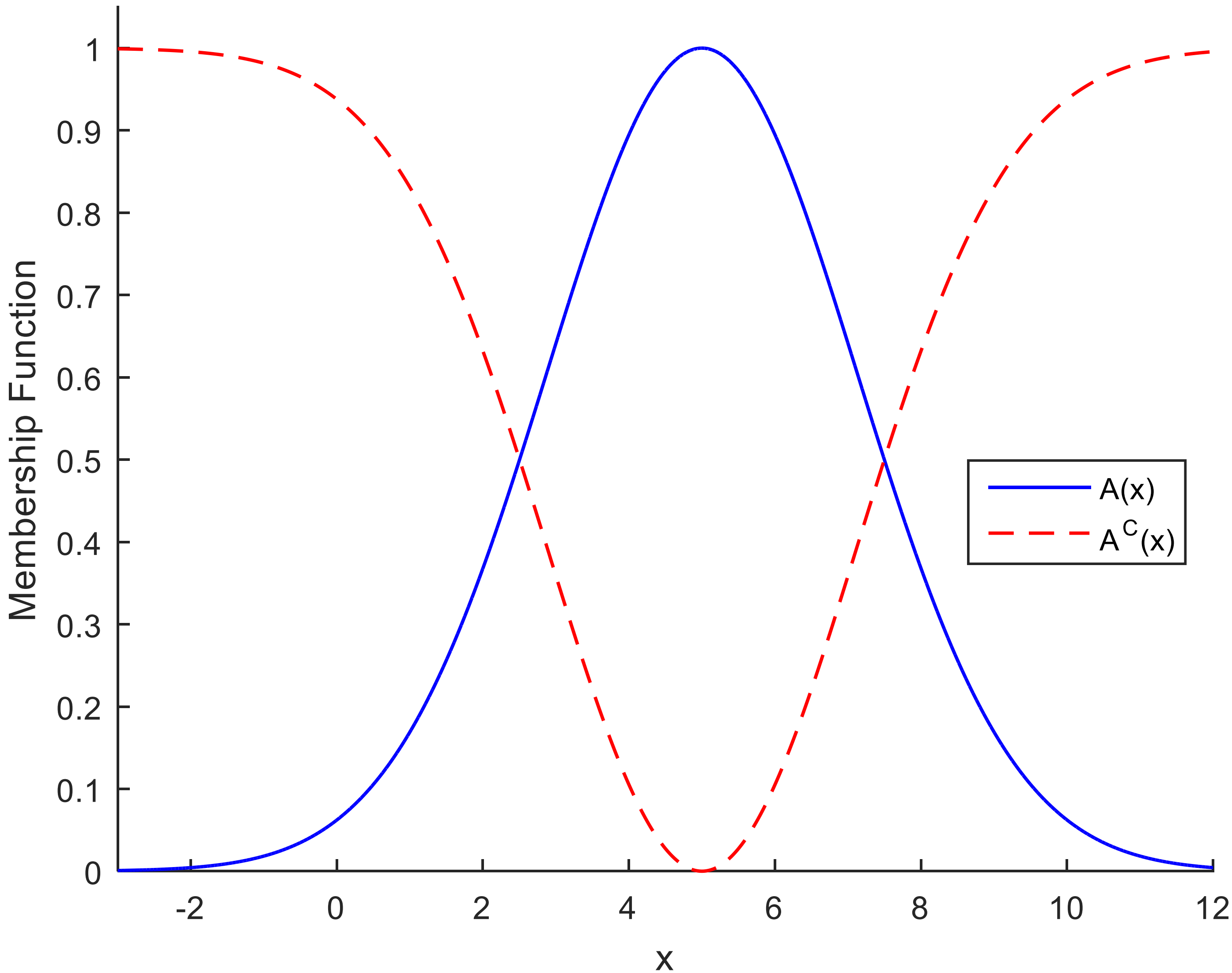
MATLAB展示不同隶属度函数

- 在MATLAB中，单引号表示字符串，而单引号内可以使用“^”和“_”表示上下标。

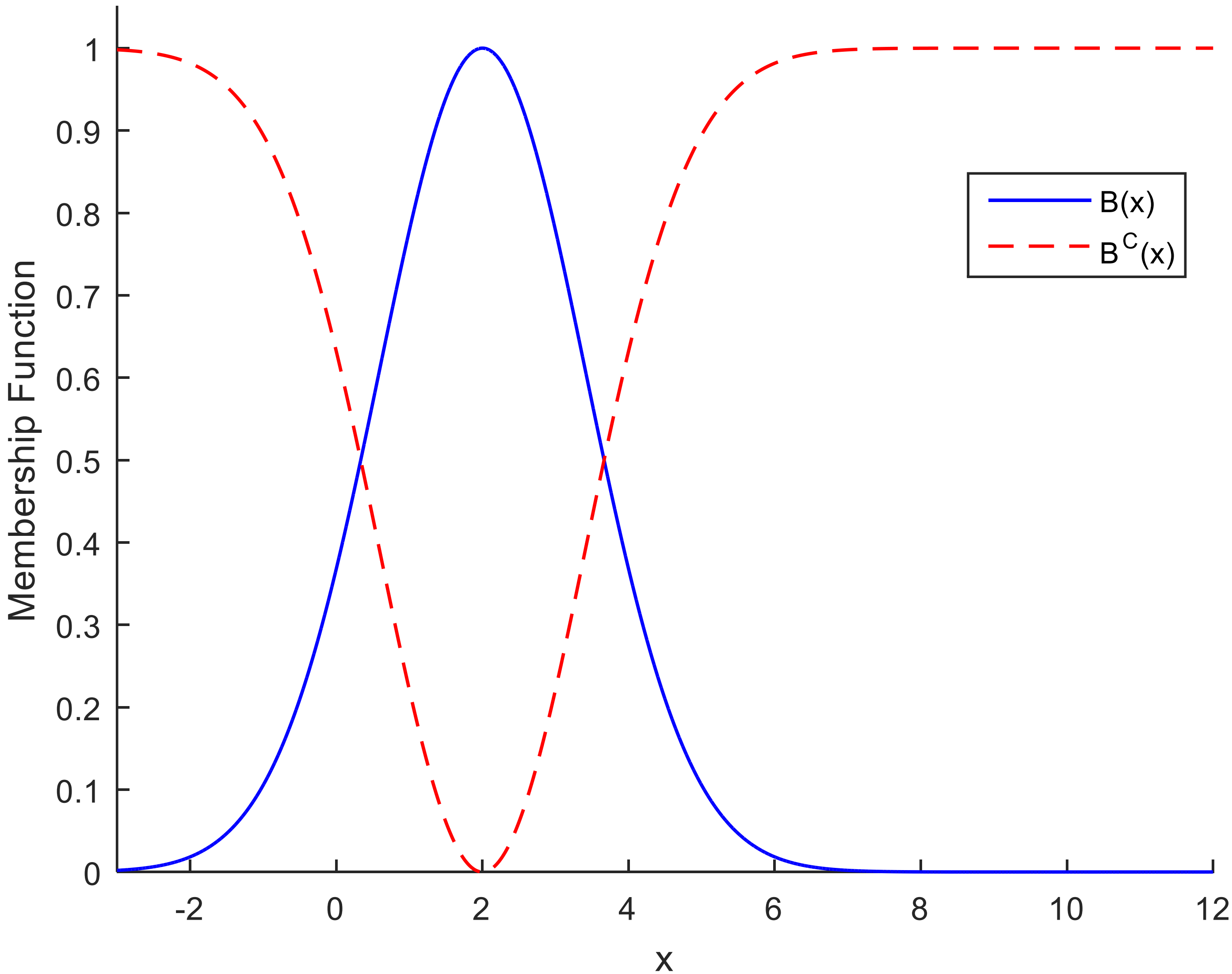
```
legend('A(x)','A^{C}(x)','location','best');
```



A(x)
B(x)
Membership Function
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-2
0
2
4
6
8
10
12
x



Membership Function
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-2
0
2
4
6
8
10
12
x
A(x)
A^C(x)

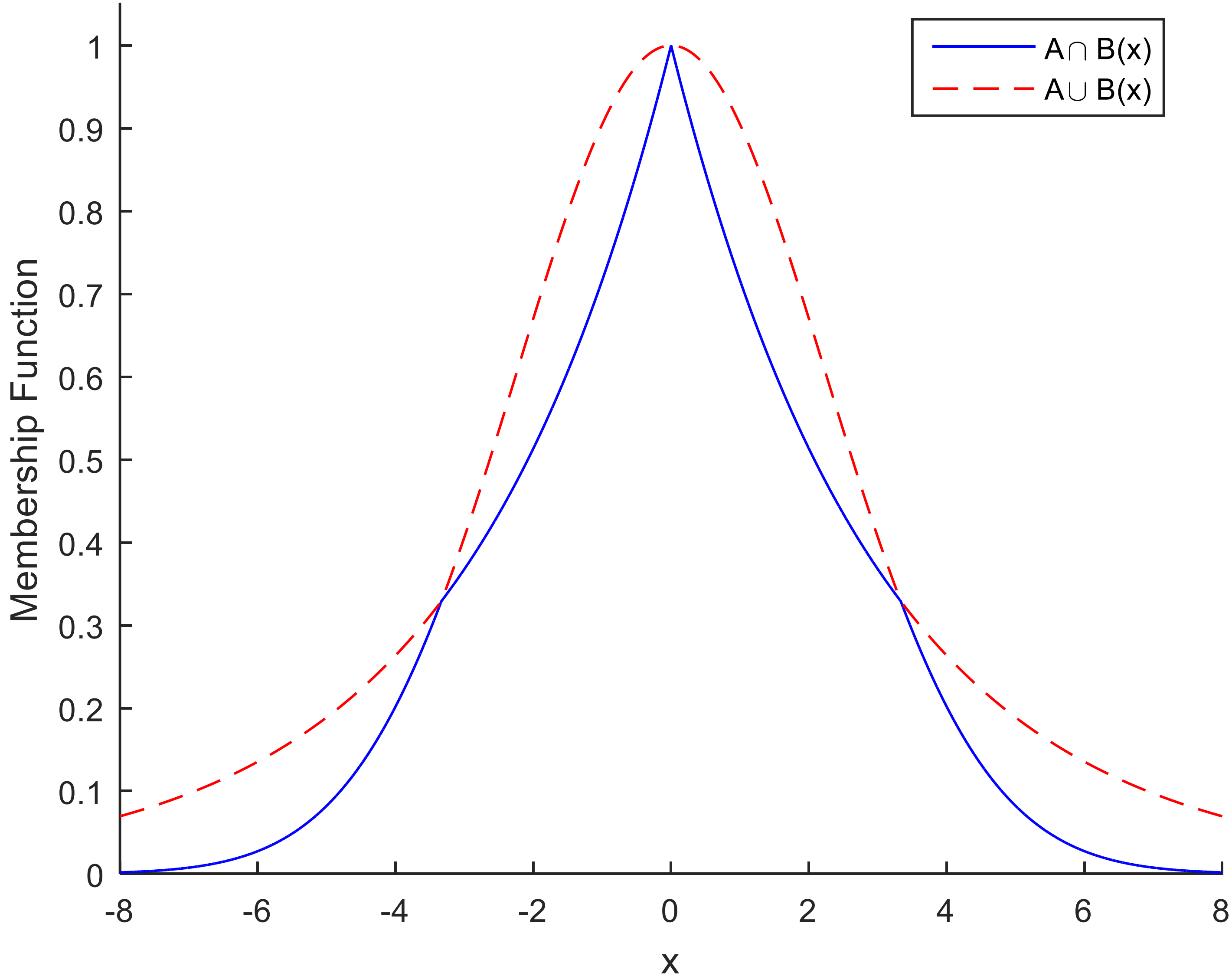


Membership Function
x
B(x)
B^C(x)

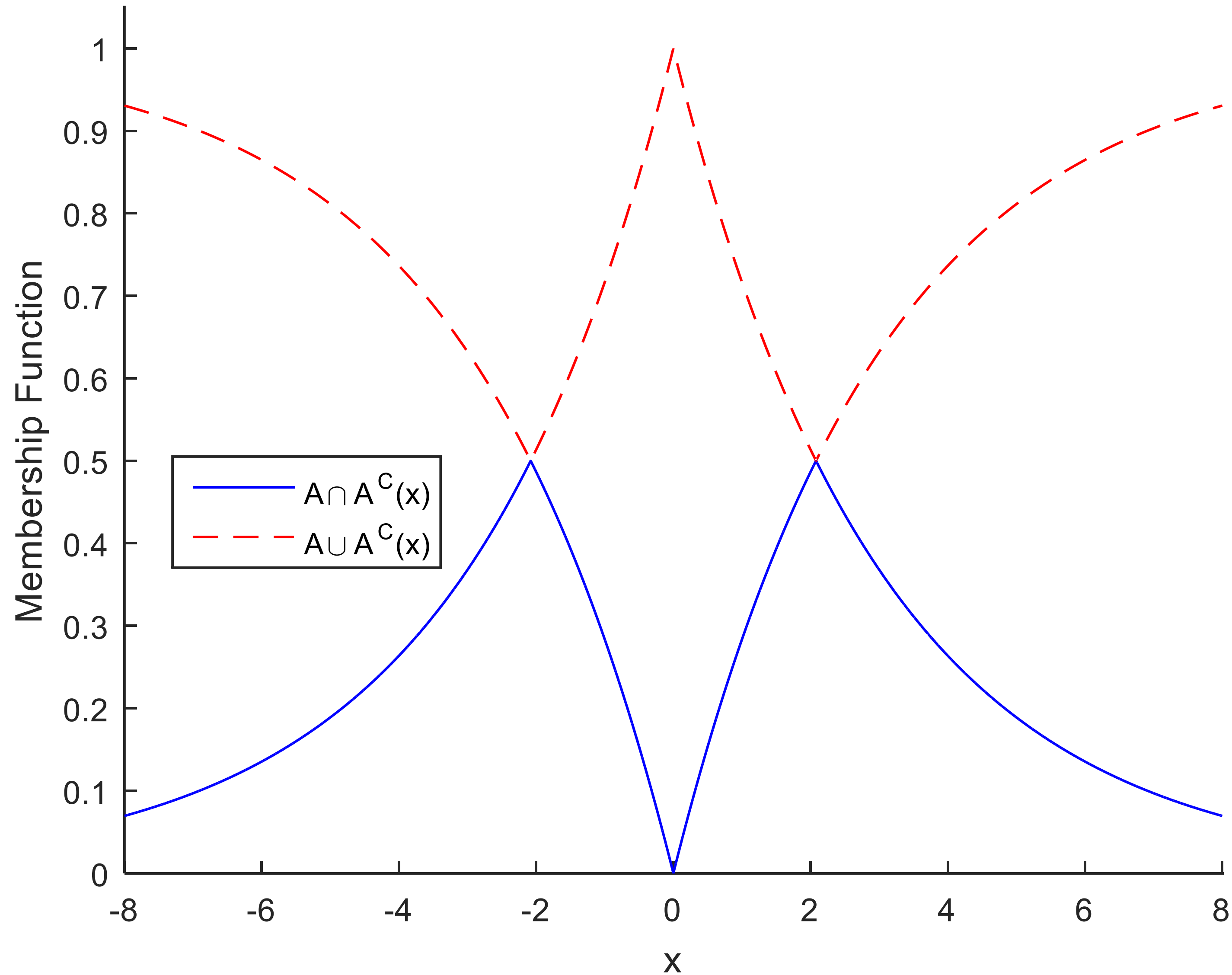
MATLAB展示不同隶属度函数

例7：论域U=[-8,8]，A, $B\in\mathscr{F}$ (U)，隶属度函数如下。编写MATLAB程序，分别在一个Figure里展示：① $A\cap B$和$A\cup B$；② $A\cap A^C$和$A\cup A^C$；③ $B\cap B^C$和$B\cup B^C$。要求使用不同的颜色和线型，并将横轴标签表示为"x"，纵轴标签标示为"Membership Function"；曲线粗细0.5磅，去掉外框，并在图中适当位置显示图例。

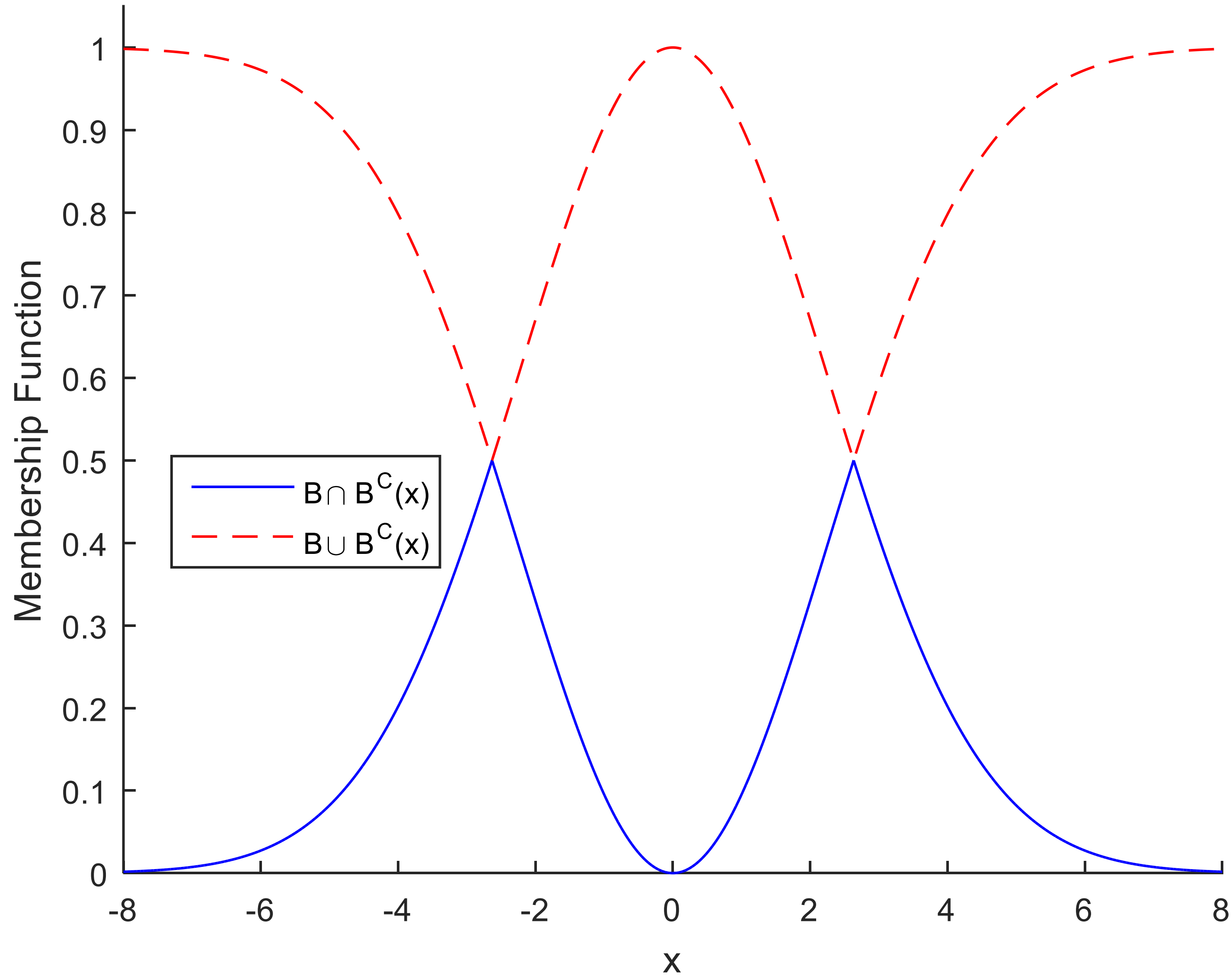
$$A(x)=\exp\left(-\frac{|x|}{3}\right) \qquad B(x)=\exp\left(-\frac{x^2}{10}\right)$$



A∩ B(x)
A∪ B(x)
Membership Function
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
x



Membership Function
x
$A \cap A^C(x)$
$A \cup A^C(x)$



Membership Function
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
x
B∩B^C(x)
B∪B^C(x)

MATLAB函数总结

- 目前已经学习了以下MATLAB基本函数，注意它们的使用方法和使用格式。同时学会在MATLAB里通过建立多维向量之间的对应关系来绘图。

```
plot, stem, figure, axis
max, min
ones, zeros, size
xlabel, ylabel, legend
```

作业

1、论域U={-2,-1,0,1,2,3,4}，A, $B\in\mathscr{F}(U)$。有以下12个模糊集合：A、B、A^C、B^C、$A\cap B$、$A\cup B$、$A\cap A^C$、$A\cup A^C$、$B\cap B^C$、$B\cup B^C$ 、$(A\cap B)^C$和$(A\cup B)^C$。编写一个完整的MATLAB程序，要求能在不同的Figure里分别显示出这12个模糊集的离散隶属度图象，要求直观显示隶属度，去掉外框；并将隶属度图象的矢量图复制到Word或Visio文档中，并在旁边注明是哪个图象。

$$A(x)=0.06x^2-0.24x+0.27$$

$$B(x)=-0.11x^2+0.22x+0.89$$

作业

2、论域U=[-4,9]，A, $B\in\mathscr{F}(U)$，隶属度函数如下。编写MATLAB程序，分别在每一个Figure里展示：① A和B；② $A\cap B$和$A\cup B$；③ $A\cap A^C$和$A\cup A^C$；④ $B\cap B^C$和$B\cup B^C$。要求如下：

- 每个Figure里第一条画的曲线使用绿色实线，第二条画的曲线使用黑色点划线，曲线粗细均为1磅；
- 横轴、纵轴标签分别为“x”和“Membership Function”；
- 去掉外框，并在图中适当位置显示图例；
- 把生成的图象保存粘贴在Word或Visio文档里。

$$A(x)=\begin{cases}\dfrac{x+4}{7} & -4\le x<3\\[2ex] \dfrac{9-x}{6} & 3\le x\le 9\end{cases} \qquad B(x)=\exp\left[-\frac{|x-2|}{8}\right]$$

THANK YOU !