Artificial Intelligence (AI)
人工智能

模糊逻辑

主讲：王晓丽
Email：wangxiaoli@mail.xidian.edu.cn

提 纲

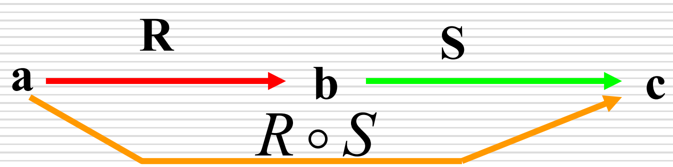
命题逻辑	模糊逻辑
复合关系	模糊复合关系
命题推理	模糊推理

1.1 复合关系

- 设 R 是 X 到 Y 的关系，S 是 Y 到 Z 的关系，则称 $R\circ S$ 为关系 R 和 S 的合成，表示为：

$$R\circ S=\{(x,z)\mid \exists y\in Y\text{ 使得 }(x,y)\in R\text{ 且 }(y,z)\in S\}$$

  - 例：$A=\{a,b,c\}$表示三个人的集合，R 是 A 上的兄妹关系，S 是 A 上的母子关系，$(a,b)\in R$，$(b,c)\in S$
  - 即：a 是 b 的哥哥; b 是 c 的母亲，则 a 是 c 的舅舅。



1.1 复合关系

- 例：$U=\{1,2,3,4\}$是**专业**的集合，$V=\{a,b,c\}$是**课程**的集合，$W=\{A,P\}$是**上课时间**的集合，A 代表上午，P 代表下午。

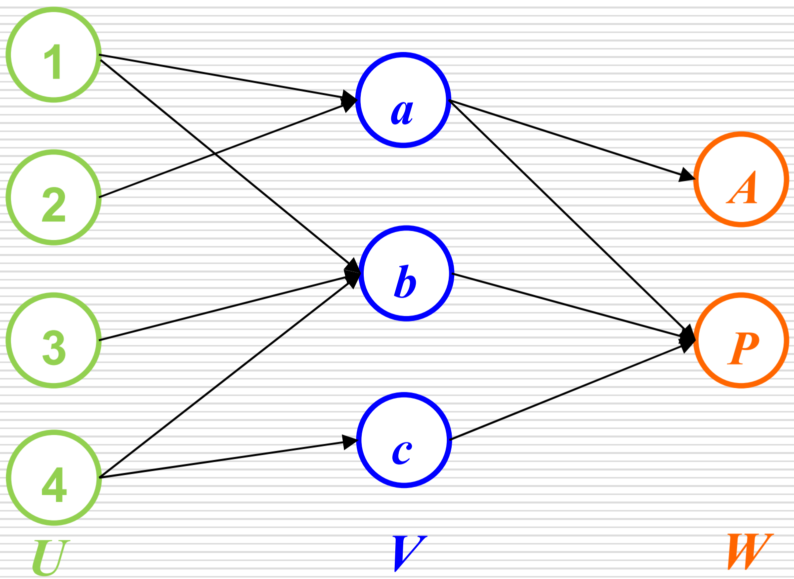
> 从 U 到 V 的关系 $R1=\{(1,a),(1,b),(2,a),(3,b),(4,b),(4,c)\}$

> 从 V 到 W 的关系 $R2=\{(a,A),(a,P),(b,P),(c,P)\}$

> 求从 U 到 W 的关系 $R1\circ R2$？

1.1 复合关系

- 枚举法求复合关系（俗称过河拆桥法）
  - 从 U 到 V 的关系 $R1 = \{(1,a), (1,b), (2,a), (3,b), (4,b), (4,c)\}$
  - 从 V 到 W 的关系 $R2 = \{(a,A), (a,P), (b,P), (c,P)\}$



$R1 \circ R2 = \{(1, A), (1, P), (2, A), (2, P), (3, P), (4, P)\}$

1.1 复合关系

- 矩阵法求复合关系

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}, \qquad B=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

$$A\circ B=\begin{bmatrix} (a_{11}\ \&\&b_{11})\,||\,(a_{12}\ \&\&b_{21}) & (a_{11}\ \&\&b_{12})\,||\,(a_{12}\ \&\&b_{22}) \\ (a_{21}\ \&\&b_{11})\,||\,(a_{22}\ \&\&b_{21}) & (a_{21}\ \&\&b_{12})\,||\,(a_{22}\ \&\&b_{22}) \end{bmatrix}$$

$$A=\left[a_{ij}\right] \qquad B=\left[b_{ij}\right]$$

$$C=A\circ B \Leftrightarrow c_{ij}=\underset{k}{||}\left[a_{ik}\ \&\&b_{kj}\right]$$

1.1 复合关系

- 矩阵法求复合关系
  - 例：$U=\{1,2,3,4\}$是专业的集合，$V=\{a,b,c\}$是课程的集合，$W=\{A,P\}$是上课时间的集合，A 代表上午，P 代表下午。
    - 从 U 到 V 的关系 $R1 = \{(1,a), (1,b), (2,a), (3,b), (4,b), (4,c)\}$
    - 从 V 到 W 的关系 $R2 = \{(a,A), (a,P), (b,P), (c,P)\}$
    - 求从 U 到 W 的关系 $R1\circ R2$？

1.1 复合关系

矩阵法求复合关系

- 从 U 到 V 的关系 $R1 = \{(1,a), (1,b), (2,a), (3,b), (4,b), (4,c)\}$
- 从 V 到 W 的关系 $R2 = \{(a,A), (a,P), (b,P), (c,P)\}$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$R1 \circ R2 = \{ (1, A), (1, P), (2, A), (2, P), (3, P), (4, P)\}$

1.1 复合关系

- 例：

$$\begin{pmatrix} 0&1&0&0 \\ 0&0&1&1 \\ 1&0&0&0 \end{pmatrix}_{3\times4} \circ \begin{pmatrix} 1&0&0&0&0 \\ 1&0&1&0&0 \\ 0&0&0&1&0 \\ 0&1&0&0&1 \end{pmatrix}_{4\times5} = \begin{pmatrix} \quad&\quad&\quad&\quad&\quad \\ \\ \\ \end{pmatrix}_{3\times5}$$

$$\begin{pmatrix} 0&1&0&0 \\ 0&0&1&1 \\ 1&0&0&0 \end{pmatrix}_{3\times4} \circ \begin{pmatrix} 1&0&0&0&0 \\ 1&0&1&0&0 \\ 0&0&0&1&0 \\ 0&1&0&0&1 \end{pmatrix}_{4\times5} = \begin{pmatrix} 1&0&1&0&0 \\ 0&1&0&1&1 \\ 1&0&0&0&0 \end{pmatrix}_{3\times5}$$

提 纲

命题逻辑 模糊逻辑

复合关系	模糊复合关系
命题推理	模糊推理

1.2 模糊复合关系

- 设$\mathbf{R}_1$与$\mathbf{R}_2$分别是$\mathbf{U}\times\mathbf{V}$与$\mathbf{V}\times\mathbf{W}$上的两个模糊关系，则从$\mathbf{U}$到$\mathbf{W}$的一个模糊关系，记为

$$\mathbf{R}_1 \circ \mathbf{R}_2$$

- 矩阵法求模糊复合关系

例 $A=\begin{bmatrix} 0.8 & 0.7 \\ 0.5 & 0.3 \end{bmatrix}$, $B=\begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 \\ 0.6 & 0.9 \end{bmatrix}$ $A\circ B=?$

1.2 模糊复合关系

- 设$\mathbf{R}_1$与$\mathbf{R}_2$分别是$\mathbf{U}\times\mathbf{V}$与$\mathbf{V}\times\mathbf{W}$上的两个模糊关系，则从$\mathbf{U}$到$\mathbf{W}$的一个模糊关系，记为

$$\mathbf{R}_1 \circ \mathbf{R}_2$$

其隶属函数为

$$\mu_{R_1\circ R_2}(u,w)=\vee\{\mu_{R_1}(u,v)\wedge\mu_{R_2}(v,w)\}$$

1.2 模糊复合关系

- 矩阵法求模糊复合关系

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}, \qquad B=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

$$A\circ B=\begin{bmatrix} (a_{11}\wedge b_{11})\vee(a_{12}\wedge b_{21}) & (a_{11}\wedge b_{12})\vee(a_{12}\wedge b_{22}) \\ (a_{21}\wedge b_{11})\vee(a_{22}\wedge b_{21}) & (a_{21}\wedge b_{12})\vee(a_{22}\wedge b_{22}) \end{bmatrix}$$

1.2 模糊复合关系

□ 矩阵法求模糊复合关系

例 $A=\begin{bmatrix}0.8 & 0.7\\ 0.5 & 0.3\end{bmatrix}$, $B=\begin{bmatrix}0.2 & 0.4\\ 0.6 & 0.9\end{bmatrix}$ $A\circ B=?$

$$A\circ B=\begin{bmatrix}(0.8\wedge 0.2)\vee(0.7\wedge 0.6) & (0.8\wedge 0.4)\vee(0.7\wedge 0.9)\\ (0.5\wedge 0.2)\vee(0.3\wedge 0.6) & (0.5\wedge 0.4)\vee(0.3\wedge 0.9)\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}0.6 & 0.7\\ 0.3 & 0.4\end{bmatrix}$$

1.2 模糊复合关系

□ 矩阵法求模糊复合关系

$$A=\left[a_{ij}\right] \qquad B=\left[b_{ij}\right]$$

$$C = A \circ B \Leftrightarrow c_{ij} = \max_{k} \min\left[a_{ik}, \quad b_{kj}\right] = \bigvee_{k}\left[a_{ik} \wedge b_{kj}\right]$$

✓ **隶属函数计算方法：** 取R_1的第 i 行元素分别与R_2的第 j 列元素相比较，两个数中取其小者，然后再在所得的一组最小数中取最大的一个，以此作为$R_1 \circ R_2$的第 i 行第 j 列的元素。

1.2 模糊复合关系

2. 设有如下两个模糊关系：

$$R1=\begin{pmatrix} 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 \end{pmatrix} \qquad R2=\begin{pmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.4 & 0.6 \\ 0.6 & 0.4 \end{pmatrix}$$

求 R1 与 R2 的合成 R1∘ R2。（10 分）

1.2 模糊复合关系

- 例：
  - 设有两个模糊关系

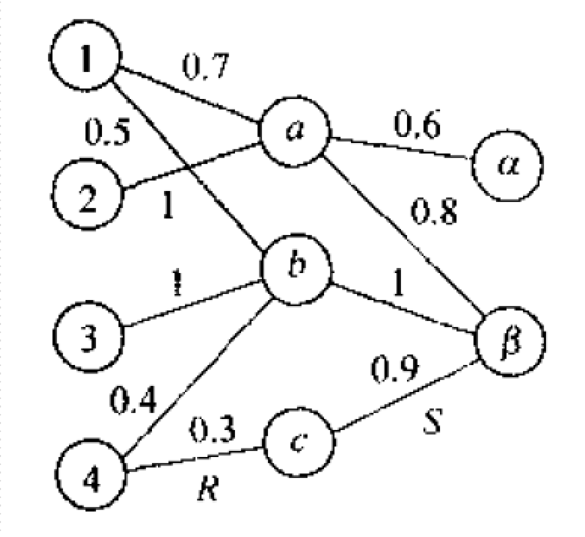
$$R_1=\begin{bmatrix}0.4 & 0.5 & 0.1\\ 0.2 & 0.6 & 0.2\\ 0.5 & 0.3 & 0.2\end{bmatrix}\quad R_2=\begin{bmatrix}0.2 & 0.8\\ 0.4 & 0.6\\ 0.6 & 0.4\end{bmatrix}$$

则$\mathbf{R_1}$与$\mathbf{R_2}$的复合关系是？

$$R=R_1\circ R_2=\begin{bmatrix}0.4 & 0.5\\ 0.4 & 0.6\\ 0.3 & 0.5\end{bmatrix}$$

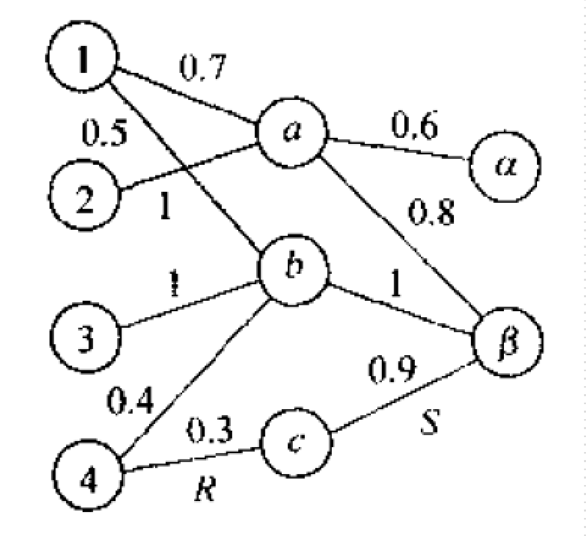
1.2 模糊复合关系

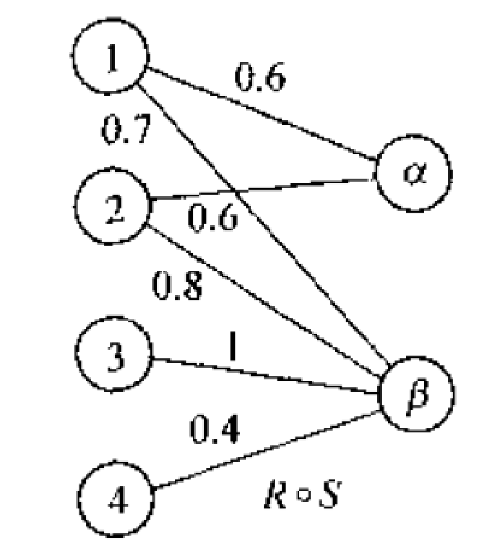
- 例：$U=\{1,2,3,4\}$ ，$V=\{a, b, c\}$, $W=\{\alpha, \beta\}$
  - 已知从 U 到 V 的模糊关系 R 和从 V 到 W 的模糊关系 S
  - 求从 U 到 W 的关系 $R\circ S$?



1.2 模糊复合关系

- 例：$U=\{1,2,3,4\}$，$V=\{a, b, c\}$, $W=\{\alpha, \beta\}$
  - 已知从 U 到 V 的模糊关系 R 和从 V 到 W 的模糊关系 S
  - 求从 U 到 W 的关系 $R\circ S$?





1.2 模糊复合关系

- 例：
  - U={x1,x2,x3}是病人的集合，
  - V={y1, y2, y3, y4, y5}是症状的集合，
  - W={z1, z2, z3}是疾病名称的集合。
  - 已知从U到V的模糊关系R和从V到W的模糊关系S，求从U到W的模糊复合关系？

$$R = \begin{pmatrix} 0.1 & 0.8 & 0.2 & 0.6 & 0.1 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.8 \\ 0.8 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.1 \end{pmatrix}, \quad S = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.7 & 1 \\ 1 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 1 & 1 \\ 1 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 1 & 0.7 \end{pmatrix},$$

1.2 模糊复合关系

- 例：

$$R=\begin{pmatrix}0.1 & 0.8 & 0.2 & 0.6 & 0.1\\0.7 & 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.8\\0.8 & 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0.1\end{pmatrix},\quad S=\begin{pmatrix}0.3 & 0.7 & 1\\1 & 0.3 & 0.2\\0.3 & 1 & 1\\1 & 0.3 & 0.2\\0.3 & 1 & 0.7\end{pmatrix},$$

$$R\circ S=\begin{pmatrix}0.8 & 0.3 & 0.2\\0.3 & 0.8 & 0.7\\0.3 & 0.7 & 0.8\end{pmatrix}.$$

1.2 模糊复合关系

- $R_1=(a_{ik})_{m*m},\ R_2=(b_{kj})_{m*m}$, 则

$$R_1\circ R_2=R_2\circ R_1\,?$$

$$R_1=\begin{pmatrix}1 & 0\\ 1 & 1\end{pmatrix},\quad R_2=\begin{pmatrix}0 & 1\\ 1 & 1\end{pmatrix}$$

复合运算不满足交换律

提 纲

命题逻辑

模糊逻辑

复合关系

模糊复合关系

命题推理

模糊推理

2.1 命题推理

- 知识：所有哺乳动物都是有脊椎的
  证据：所有人都是哺乳动物
  结论：所以所有人都是有脊椎的。

知识： If (x 是哺乳动物) then （ x 是有脊椎的）

证据： 人是哺乳动物

结论： 人是有脊椎的

2.1 命题推理

- 知识：所有保研的学生平均分都在80以上。
  证据：小明保研了
  结论：小明的平均分在80以上。

知识：	IF	x is A	THEN	y is B
证据：		x is A		
--				
结论：				y is B

提 纲

命题逻辑　　　　模糊逻辑

复合关系 …… 模糊复合关系

命题推理 …… 模糊推理

2.2 模糊推理

- 设A和B分别是U和V上的两个模糊集，若有U上的一个模糊集A'，且A'可以和A匹配，则可以推出y is B'，且B'是V上的一个模糊集。

知识： IF	x is A	THEN	y is B
证据：	x is A’		
--			
结论：			y is B’

2.2 模糊推理

- U是工作成绩={1,2,3,4,5}，
- V是工资={100元，200元，500元，800元，1200元}。
- A和B分别是U和V上的两个模糊集，其中：
- A表示工作成绩”好”={(1,0), (2,0.2), (3,0.5),(4,0.8),(5,1)}，
- B表示工资“高”={(100,0), (200,0.1),(500,0.5),(800,0.6),(1200,1)}。

知识：IF x is A THEN y is B

证据： x is A’

结论： y is B’

2.2 模糊推理

- U是工作成绩={1,2,3,4,5}，
- V是工资={100元，200元，500元，800元，1200元}。
- A和B分别是U和V上的两个模糊集，其中：
- A表示工作成绩”好”={(1,0), (2,0.2), (3,0.5),(4,0.8),(5,1)}，
- B表示工资“高”={(100,0), (200,0.1),(500,0.5),(800,0.6),(1200,1)}。

知识： IF 工作成绩好 THEN 工资高

证据： 工作成绩(非常好\差\比较好)

结论：

2.2 模糊推理

知识： IF x is A THEN y is B

证据： x is A’

结论： y is B’

- ✓ 首先，构造出A与B之间的模糊关系R。
- ✓ 然后，通过A’与模糊关系R的合成运算求取B’：

$$B' = A' \circ R$$

2.2 模糊推理

□ Mamdani 方法构造模糊关系 R

设A和B分别是论域U和V上的两个模糊集，则 R 定义为

$$R = \int_{U \times V} (\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) / (u, v)$$

例：$A = 1/1+0.6/2+0.1/3$, $B = 0.1/1+0.6/2+1/3$，求 A 和 B 的模糊关系 R？

$$R = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 1 \\ 0.1 & 0.6 & 0.6 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

2.2 模糊推理

➢ 扎德方法构造模糊关系R

设A和B分别是论域U和V上的两个模糊集，则R定义为

$$R_m = \int_{U\times V} (\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) \vee (1-\mu_A(u)) / (u,v)$$

$$R_a = \int_{U\times V} 1 \wedge (1-\mu_A(u)+\mu_B(v)) / (u,v)$$

例 $U = V = \{1,2,3,4,5\}$，$A = 1/1+0.5/2$，$B = 0.4/3+0.6/4+1/5$，用扎德方法求A和B上的模糊关系R_m和R_a？

2.2 模糊推理

例： $U=V=\{1,2,3,4,5\}$，$A=1/1+0.5/2$， $B=0.4/3+0.6/4+1/5$，用扎德方法求A和B上的模糊关系R_m和R_a?

$$R_m=\int_{U\times V}(\mu_A(u)\wedge\mu_B(v))\vee(1-\mu_A(u))/(u,v)$$

$$R_a=\int_{U\times V}1\wedge(1-\mu_A(u)+\mu_B(v))/(u,v)$$

$$R_m=\begin{bmatrix}0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 1\\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\end{bmatrix},R_a=\begin{bmatrix}0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 1\\ 0.5 & 0.5 & 0.9 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1\end{bmatrix}$$

2.2 模糊推理

3.设有两个论域U=V={1,2,3},在U和V上的两个模糊集合 A和B分别为:A=1/1+0.6/2, B=0.3/2+0.7/3，用扎德方法求出A与B之间的模糊关系 R_m （5分）

(提示) 极大极小规则为： $R_m = \int_{U\times V} (\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) \vee (1-\mu_A(u)) / (u,v)$

2.2 模糊推理

- U是工作成绩={1,2,3,4,5}，
- V是工资={100元，200元，500元，800元，1200元}。
- A和B分别是U和V上的两个模糊集，其中：
- A表示工作成绩"好"={(1,0), (2,0.2), (3,0.5),(4,0.8),(5,1)}，
- B表示工资“高”={(100,0), (200,0.1),(500,0.5),(800,0.6),(1200,1)}。

- 已知R
- A’=工作成绩“非常好”
- B’=A’∘R

2.2 模糊推理

① 表示否定，如“不”、“非”等，其隶属函数的表示为：

$$\mu_{\text{否}A}(u)=1-\mu_A(u) \qquad u\in[0,1]$$

② 表示“很”、“非常”等，其效果是减少隶属函数的值：

$$\mu_{\text{非常}A}(u)=\mu_A{}^2(u) \qquad u\in[0,1]$$

③ 表示“有些”、“稍微”等，其效果是增加隶属函数的值：

$$\mu_{\text{有些}A}(u)=\mu_A{}^{\frac{1}{2}}(u) \qquad u\in[0,1]$$

2.2 模糊推理

- A表示工作成绩"好"={(1,0), (2,0.2), (3,0.5),(4,0.8),(5,1)}
- 求B=工作成绩“非常好”？
- 求C=工作成绩“不好”？
- 求D=工作成绩“比较好”？
- 求E=工作成绩“极好”？

2.2 模糊推理

例： 设 $U = \{1, 2, \ldots, 10\}$，已知：

$$大 = 0.2/4 + 0.4/5 + 0.6/6 + 0.8/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10$$

$$小 = 1/1 + 0.8/2 + 0.6/3 + 0.4/4 + 0.2/5$$

求 “不大也不小”？ “ 很大”？ “有点大”？

2.2 模糊推理

例：设 $U = \{1,2,\ldots,10\}$，已知：

大 $= 0.2/4+0.4/5+0.6/6+0.8/7+1/8+1/9+1/10$

小 $= 1/1+0.8/2+0.6/3+0.4/4+0.2/5$

- 不大也不小 = 不大∩不小 $= 0.2/2 + 0.4/3 + 0.6/4 + 0.6/5 + 0.4/6 + 0.2/7$

- **很大=$\mu_{大}^{2}(u)$**

  $= 0.2^2/4+0.4^2/5+0.6^2/6+0.8^2/7+1^2/8+1^2/9+1^2/10$

  $=0.04/4+0.16/5+0.36/6+0.64/7+1/8+1/9+1/10$

- **有点大=$\mu_{大}^{0.5}(u)$**

  $=0.2^{0.5}/4+0.4^{0.5}/5+0.6^{0.5}/6+0.8^{0.5}/7+1^{0.5}/8+1^{0.5}/9+1^{0.5}/10$

  $= 0.45/4+0.63/5+0.77/6+0.89/7+1/8+1/9+1/10$

2.2 模糊推理

- U是工作成绩={1,2,3,4,5}，
- V是工资={100元，200元，500元，800元，1200元}。
- A和B分别是U和V上的两个模糊集，其中：
- A表示工作成绩”好”={(1,0), (2,0.2), (3,0.5),(4,0.8),(5,1)}，
- B表示工资“高”={(100,0), (200,0.1),(500,0.5),(800,0.6),(1200,1)}。

- 已知 R

$$R=\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.6 & 0.8 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.6 & 1 \end{bmatrix}$$

- 已知A’=工作成绩“非常好”=[0, 0.04, 0.25, 0.64, 1]
- B’=A’∘R

2.2 模糊推理

$$B' = A' \circ R = [0,\ 0.04,\ 0.25,\ 0.64,\ 1] \circ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.6 & 0.8 \\ 0 & 0.1 & 0.5 & 0.6 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [0,\ 0.1,\ 0.5,\ 0.6,\ 1]$$

2.2 模糊推理

-

知识：	IF	x is A	THEN	y is B
证据：	IF	y is B	THEN	z is C

结论	IF	x is A’	THEN	z is C’

- 已知A和B的模糊关系R(A,B)，B和C的模糊关系R(B,C)，可计算得到A和C的模糊关系

$$R(A,C)= R(A,B)\circ R(B,C)$$

2.2 模糊推理

-

知识：	IF	x is A	THEN	y is B	
证据：	IF	y is B	THEN	z is C	

结论	IF	x is A’	THEN	z is C’	

- 然后，由A’与R(A,C)的合成可得C’：

$$C' = A' \circ R(A,C)$$

2.2 模糊推理

- 论域X={x1,x2,x3}是年龄的集合，
  Y={y1,y2,y3}是体能的集合，
  Z={z1,z2,z3}是速度的集合。
- IF(x是青年) then (体能y是高)；
  IF（体能y是高）then（速度z是快）；
- 已知“青年”与“体能高”的关系R(x,y)，
  以及“体能高”与“速度快”的关系R(y,z)，
  求“x是老年=[0, 0.1, 0.2]”，“z”是慢的隶属度？

$$R(x,y)=\begin{bmatrix}0.2 & 0.3 & 0.6\\ 0.4 & 0.6 & 0.5\\ 0.3 & 0.6 & 0.9\end{bmatrix} \qquad R(y,z)=\begin{bmatrix}0.8 & 0.7 & 0.5\\ 0.7 & 0.7 & 0.4\\ 0.3 & 0.4 & 0.5\end{bmatrix}$$

2.2 模糊推理

$$R(\mathrm{x},\mathrm{z}) = R(\mathrm{x},\mathrm{y}) \circ \mathrm{R}(\mathrm{y},\mathrm{z}) = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.6 \\ 0.4 & 0.6 & 0.5 \\ 0.3 & 0.6 & 0.9 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.8 & 0.7 & 0.5 \\ 0.7 & 0.7 & 0.4 \\ 0.3 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$C' = A' \circ R(\mathrm{x},\mathrm{z}) = [0, 0.1, 0.2] \circ \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.5 \\ 0.6 & 0.6 & 0.5 \\ 0.6 & 0.6 & 0.5 \end{bmatrix} = [0.2, 0.2, 0.2]$$

总 结

命题逻辑	模糊逻辑
集　合	模糊集合
集合的表示	模糊集合的表示
集合的运算	模糊集合的运算
关　系	模糊关系
关系的表示	模糊关系的表示
关系的性质	模糊关系的性质
复合关系	模糊复合关系
命题推理	模糊推理