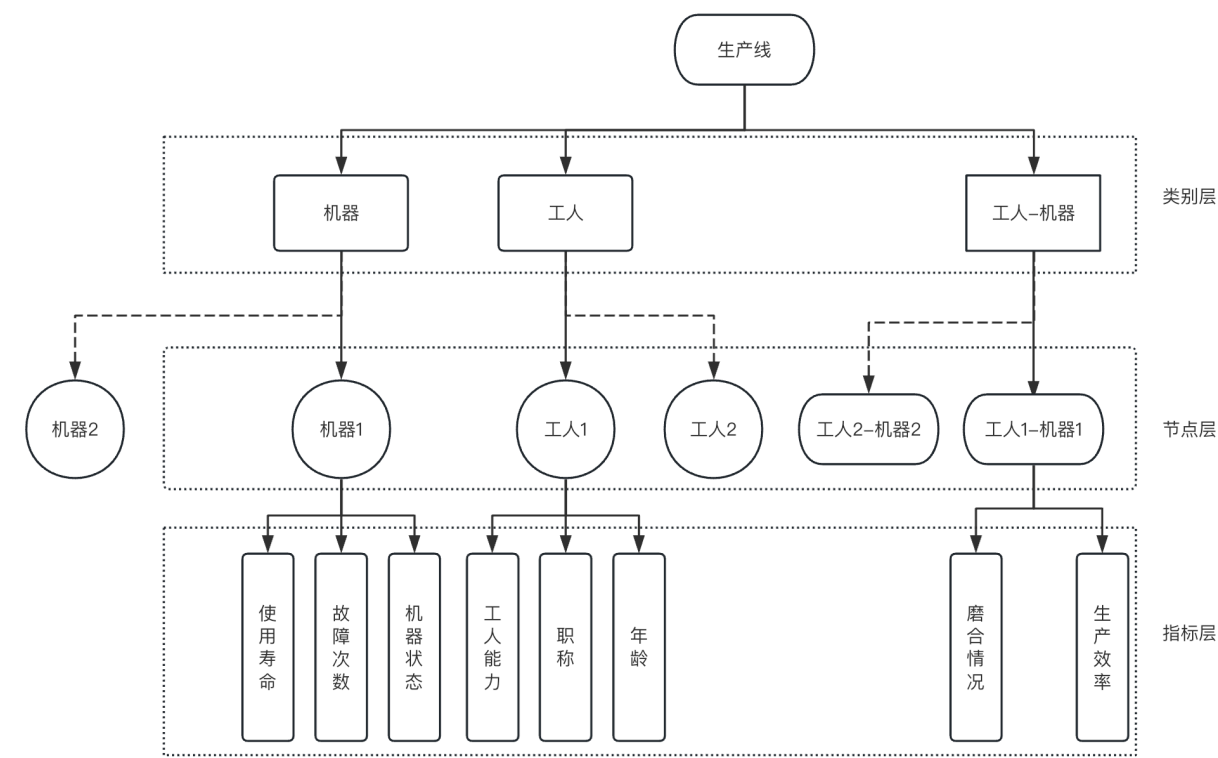


实例分析10-17

一、生产线架构



生产线结构如上图所示

PS：虚线的节点，是新增的，关系类别工人-机器下的指标是我自己设计的，表里面暂时没有

二、确定评价等级

假设评价等级为三级，对应是：

风险高、风险中、风险低

三、机器类评估

机器类下有两个节点，分别为机器1，机器2

1.机器1评估

机器类下属节点为 机器1 ，其指标如上所示

1) 对指标设计隶属度函数，获取隶属度向量

- 使用寿命隶属度函数类型设计为gauss函数

高斯隶属度函数表达式如右所示： $\mu(x) = \frac{1}{1+e^{-2(x-\mu)/\sigma^2}}$ 。其中 μ 是模糊集合的中心， σ 是模糊集合的宽度（即确定函数所需要的参数）

高： $\mu = 5, \sigma = 8$

中： $\mu = 3, \sigma = 8$

低: $\mu = 1, \sigma = 8$

若机器1的使用寿命值为 3.5 则其隶属度向量为如下所示:

$$v_{LifeTime} = (0.04 \quad 0.73 \quad 0.99) \quad (1)$$

- 故障次数隶属度函数类型设计为guass函数

同上, 可以设计其隶属函数参数如下:

高: $\mu = 3.5, \sigma = 0.5$

中: $\mu = 2.5, \sigma = 0.5$

低: $\mu = 1.5, \sigma = 0.5$

若机器1的故障次数为 2 则其隶属度向量为如下所示:

$$v_{nf} = (0 \quad 0.017 \quad 0.98) \quad (2)$$

- 机器状态 (其实全名应该为机器状态打分, 机器状态是没有数学性质的) 隶属度函数类型设计为guass函数

同上, 可以设计其隶属函数参数如下:

高: $\mu = 4, \sigma = 1$

中: $\mu = 3, \sigma = 1$

低: $\mu = 2, \sigma = 1$

若机器1的机器状态打分为2.2, 则其隶属度向量为如下所示:

$$v_{state} = (0.02 \quad 0.16 \quad 0.59) \quad (3)$$

2. 获得三个指标之间的权重向量:

$$w_{mac1} = (0.3 \quad 0.5 \quad 0.2) \quad (4)$$

3. 整体运算

- 将三个指标的隶属度向量整合为评价矩阵M

$$M_{mac1} = \begin{pmatrix} 0.04 & 0.73 & 0.99 \\ 0 & 0.017 & 0.98 \\ 0.02 & 0.16 & 0.59 \end{pmatrix} \quad (5)$$

- 获得针对**机器1**的评价结果

$$k_{mac1} = w_{mac1} * M_{mac1} = (0.3 \quad 0.5 \quad 0.2) * \begin{pmatrix} 0.04 & 0.73 & 0.99 \\ 0 & 0.017 & 0.98 \\ 0.02 & 0.16 & 0.59 \end{pmatrix} \quad (6)$$

可以得到机器1的隶属度向量为如下所示:

$$k_{mac1} = (0.016 \quad 0.2595 \quad 0.905) \quad (7)$$

2.机器2评估

对于类别层级下的其他节点，我们采用同样的方式去获得其隶属度向量。如上图所示，对于机器2这一节点，咱们可以得到其隶属度向量为如下所示：

$$k_{mac2} = (0.03 \quad 0.4 \quad 0.89) \tag{8}$$

3.节点层向上并入类别层

在机器类下，合并所有节点的隶属度向量，如下所示：

$$K_{machine} = \begin{pmatrix} k_{mac1} \\ k_{mac2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.016 & 0.2595 & 0.905 \\ 0.03 & 0.4 & 0.89 \end{pmatrix} \tag{9}$$

对K矩阵的没一列取最大，则可得到其隶属度向量为：

$$k_{machine} = (0.03 \quad 0.4 \quad 0.905) \tag{10}$$

四、工人类评估

工人类下有两个节点，分别为工人1与工人2

1.工人1评估

1) 设计隶属度函数，获取隶属度向量

- 年龄属于三角函数隶属度，该隶属度函数公式如下所示：

$$f_{1_{高}} = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ \frac{x-b}{c-b} & b < x < c \\ 0 & x > c \end{cases} \tag{11}$$

需要确定的是a、b、c三个参数，分别代表三角形的三个顶点

高：a=40,b=50,c=60

中：a=30,b=40,c=50

低：a=20,b=30,c=40

若年龄取值为33，则可得到其隶属度向量为：

$$v_{yearsOld} = (0 \quad 0.3 \quad 0.7) \tag{12}$$

- 工人能力为高斯隶属度函数，

同上，可以设计其隶属函数参数如下：

高： $\mu = 4, \sigma = 1$

中： $\mu = 3, \sigma = 1$

低： $\mu = 2, \sigma = 1$

若工人11的能力打分为3.7， 则其隶属度向量为如下所示：

$$v_{ability} = (0.35 \quad 0.80 \quad 0.96) \tag{13}$$

- 职称也为高斯隶属度函数

同上，可以设计其隶属函数参数如下：

高： $\mu = 4, \sigma = 1$

中： $\mu = 3, \sigma = 1$

低： $\mu = 2, \sigma = 1$

若工人11的能力打分为3， 则其隶属度向量为如下所示：

$$v_{certificate} = (0.11 \quad 0.50 \quad 0.88) \quad (14)$$

2) 获得权重向量

假设其权重向量为如下所示：

$$w_{worker1} = (0.5 \quad 0.3 \quad 0.2) \quad (15)$$

3) 整体运算

- 将三个指标的隶属度向量整合为评价矩阵M

$$M_{worker1} = \begin{pmatrix} 0. & 0.30 & 0.70 \\ 0.35 & 0.80 & 0.96 \\ 0.11 & 0.50 & 0.88 \end{pmatrix} \quad (16)$$

- 获得针对工人1的评价结果

$$k_{worker1} = w_{worker1} * M_{worker1} = (0.5 \quad 0.3 \quad 0.2) * \begin{pmatrix} 0. & 0.30 & 0.70 \\ 0.35 & 0.80 & 0.96 \\ 0.11 & 0.50 & 0.88 \end{pmatrix} \quad (17)$$

可以得到工人1的隶属度向量为如下所示：

$$k_{worker1} = (0.13 \quad 0.49 \quad 0.81) \quad (18)$$

2.工人2评估

对于类别层级下的其他节点，我们采用同样的方式去获得其隶属度向量。如上图所示，对于工人2这一节点，咱们可以得到其隶属度向量为如下所示：

$$k_{worker2} = (0.66 \quad 0.39 \quad 0.18) \quad (19)$$

3.节点层向上并入类别层

在工人层下，合并所有节点的隶属度向量，如下所示：

$$K_{worker} = \begin{pmatrix} k_{worker1} \\ k_{worker2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.13 & 0.49 & 0.81 \\ 0.66 & 0.39 & 0.18 \end{pmatrix} \quad (20)$$

对K矩阵的没一列取最大，则可得到其隶属度向量为：

$$k_{worker} = (0.66 \quad 0.39 \quad 0.18) \quad (21)$$

五、工人-机器类评估

由上图所示，可以知道工人-机器类下有两个节点，分别为工人1-机器1，与工人2-机器2（其实还可以有工人1-机器2，工人2-机器1）

1.工人1-机器1评估

1) 设计隶属度函数，获得隶属度向量

- 对与磨合情况，采用三角形函数进行获取隶属度
 - 高：a=4,b=5,c=6
 - 中：a=3,b=4,c=5
 - 低：a=2,b=3,c=4
 若磨合打分为3.4，则可得到其隶属度向量为：

$$v_{adapt} = (0 \quad 0.4 \quad 0.6) \tag{22}$$

- 对于生产效率，采用三角形函数进行获取隶属度
 - 高：a=4,b=5,c=6
 - 中：a=3,b=4,c=5
 - 低：a=2,b=3,c=4
 若生产效率打分为4.7，则可得到其隶属度向量为：

$$v_{effic} = (0.7 \quad 0.3 \quad 0) \tag{23}$$

2. 获取权重向量：

假设下属两个指标之间的权重向量为；

$$w_{mac1-wk1} = (0.55 \quad 0.45) \tag{24}$$

3)整体运算

- 将两个指标的隶属度向量整合为评价矩阵M

$$M_{mac1-wk1} = \begin{pmatrix} 0. & 0.40 & 0.60 \\ 0.7 & 0.3 & 0 \end{pmatrix} \tag{25}$$

- 获得针对**机器1**的评价结果

$$k_{mac1-wk1} = w_{mac1-wk1} * M_{mac1-wk1} = (0.55 \quad 0.45) * \begin{pmatrix} 0. & 0.40 & 0.60 \\ 0.7 & 0.3 & 0 \end{pmatrix} \tag{26}$$

可以得到机器1的隶属度向量为如下所示：

$$k_{mac1-wk1} = (0.32 \quad 0.36 \quad 0.33) \tag{27}$$

2. 工人2-机器2评估

运用上面的方法，进行同样的操作，即可得到工人2-机器2的评估向量，假设其为：

$$k_{mac2-wk2} = (0.45 \quad 0.28 \quad 0.27) \tag{28}$$

3.节点层向上并入类别层

在工人-机器类下，合并所有节点的隶属度向量，如下所示：

$$K_{mac-wk} = \begin{pmatrix} k_{mac1-wk1} \\ k_{mac2-wk2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.32 & 0.36 & 0.33 \\ 0.45 & 0.28 & 0.27 \end{pmatrix} \quad (29)$$

对K矩阵的没一列取最大，则可得到其隶属度向量为：

$$k_{mac-wk} = (0.45 \quad 0.36 \quad 0.33) \quad (30)$$

六、输出结果

1.整体评价结果

整体评价结果由三个类别层的结果进行模糊操作，取最大得到

假设对于生产线对象的评估矩阵为 M_1 ：

$$M_1 = \begin{pmatrix} k_{mac} \\ k_{worker} \\ k_{mac-wk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.03 & 0.4 & 0.905 \\ 0.66 & 0.39 & 0.18 \\ 0.45 & 0.36 & 0.33 \end{pmatrix} \quad (31)$$

对M矩阵的每一列取最大，则可以得到整个生产线对象对于三个评价等级的隶属度向量：

$$V = (0.66 \quad 0.4 \quad 0.905) \quad (32)$$

由V向量可知，其对于**风险低**这个等级的隶属度最高，所以 **整个生产线的评估结果为：风险低**

2.输出清单表示车间全部信息

将所有节点的信息全部整合，然后通过行取最大操作，输出一份对所有节点的评估结果：

假设对整个车间生产线的评估矩阵为 M_2

$$M_2 = \begin{pmatrix} k_{mac1} \\ k_{mac2} \\ k_{worker1} \\ k_{worker2} \\ k_{mac1-wk1} \\ k_{mac2-wk2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.016 & 0.2595 & 0.905 \\ 0.03 & 0.4 & 0.89 \\ 0.13 & 0.49 & 0.81 \\ 0.66 & 0.39 & 0.18 \\ 0.32 & 0.36 & 0.33 \\ 0.45 & 0.28 & 0.27 \end{pmatrix} \quad (33)$$

对 M_2 矩阵的每一行（就是对每个节点进行取最大）取最大，则可以得到：

$$M_2' = \begin{pmatrix} k_{mac1} \\ k_{mac2} \\ k_{worker1} \\ k_{worker2} \\ k_{mac1-wk1} \\ k_{mac2-wk2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.905 \\ 0 & 0 & 0.89 \\ 0 & 0 & 0.81 \\ 0.66 & 0 & 0 \\ 0 & 0.36 & 0 \\ 0.45 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (34)$$

由上述结果可知：

- mac1、mac2、worker1的风险评估为低，状态良好
- mac1-wk2的评估为中等，还可以继续搭配使用
- wk2、mac2-wk2风险为高，可以对wk2进行人员检查，对mac2-wk2的搭配进行微调