# 决策支持系统中的不精确推理研究°

左小德　　刘子先

(暨南大学企管系, 广州 510632)　　(天津大学管理学院, 300072)

**摘要**　随着决策问题的复杂化和多样化, 决策支持系统需要越来越多地支持不精确描述问题的决策, 本文提出了一种不精确推理真值传播的计算方法, 和其它几种方法相比, 它能更充分地利用现存的信息。

**关键词**　决策　不精确推理　真值

# Study on the Non-Accurate Inference in Decision Support Systems (DSS)

Zuo Xiaode

(Ji'nan University, Dept. of Business Administration, Guangzhou 510632)

Liu Zixian

(Tianjin University Faculty of Management, 300072)

**Abstract**　With the decision problems becoming complex and multiple, DSS has to support more and more decision of non-accurate problems. In this paper, a non-accurate inference algorithm is presented, it can use more existing information comparing with other methods.

**Keywords**　decision; non-accurate inference; truth value

不精确推理由于以模糊逻辑为工具, 同时又以模糊知识表示为基础, 因此, 利用不精确推理方法由事实到结论的推理过程实质上就是由一些可能性分布计算出新的可能性分布的过程。所谓不精确推理方法就是处理专家知识的不精确性和领域数据的不精确性。

## 1　知识不确定性和证据不确定性描述

描述对象或事物属性的知识(事实)和描述对象与事物属性间相互关系的知识(规则)以及对行为、过程、约束和假设的描述等等构成推理知识。在本文中, 仅对由事实(命题、条件)和规则组成的知识库来进行分析。

在推理时, 事实表示为 $P_i\{t_i\}$ $(i=1, 2, \cdots, n)$, 其中 $P_i$ 是事实, $t_i$ 是事实的真值 $(0< t_i< 1, i=1, 2, \cdots, n)$, 也可以解释为置信度或概率。当 $t_i=1$ 时, 事实 $P_i$ 是精确的; 当 $0< t_i< 1$ 时, $P_i$ 是不确定的; 当 $t_i=0$ 时, $P_i$ 是缺省的。

规则(1)表示为:

---

° 本文于 1996 年 12 月 20 日收到

国家自然科学基金资助项目(批准号 79270061)

$$P_1 \wedge P_2 \wedge \cdots \wedge P_n \to Q \tag{1}$$

(“∧”为“合取”或“AND”,“→”为“蕴含”或“推出”)

规则(2)表示为:

$$P_1 \vee P_2 \vee \cdots \vee P_n \to Q \tag{2}$$

(“∨”为“析取”或“OR”,“→”为“蕴含”或“推出”)

其中 $P_i(i=1,2,\cdots,n)$ 是规则的条件, 是一些事实, $Q$ 是规则的结论。

作为DSS 知识库中的推理命题要么是以“AND”联结, 要么以“OR”联结, 即(1)或(2)中的形式。如果已有了(1)和(2)式的真值传播公式, 就可以得到整个推理式的结论真值, 并且在计算时, 约定“OR”的优先级别高于“AND”。

## 2　更新算法的真值传播

规则(1)和(2)中各命题 $P_i$ 的真值分布 $t_i$ 实际上传递的是一种语义信息。条件事实的真值分布体现了众多条件的真实语义丰度。因此, 结论的真值既由条件真值总和 $\sum_{i=1}^{n} t_i$ 决定, 又受条件真值分布的制约, 也就是说, 真值总和 $\sum_{i=1}^{n} t_i$ 和真值分布共同支配着结论真值的大小。

**公理 1**　对 $t_1=t_2=\cdots=t_n$ 结论 $Q$ 的真值 $t$

$$t=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i = t_j \qquad j=1,2,\cdots,n$$

公理 1 说明各个条件的真值相同, 结论的真值也应该是该真值, 并当各条件真值为 1 时, 推理转化为精确推理。

**公理 2**　对于具有不同真值分布的推理

$$P_1\{t_1\}\ \text{AND}\ P_2(t_2)\ \text{AND}\ \cdots\ \text{AND}\ P_j(t_j)\ \text{AND}\ \cdots\ \text{AND}\ P_n(t_n) \to Q\{t'\}$$

$$P_1\{t_1\}\ \text{AND}\ P_2(t_2)\ \text{AND}\ \cdots\ \text{AND}\ P_j(t_j+t_0)\ \text{AND}\ \cdots\ \text{AND}\ P_n(t_n) \to Q\{t''\}$$

满足 $t' \le t''$, 等号成立当且仅当 $t_0=0$, 其中 $t_0 \ge 0$, $j=1,2,\cdots,n$。

**公理 3**　对于具有不同真值分布的推理

$$P_1\{t_1\}\ \text{OR}\ P_2(t_2)\ \text{OR}\ \cdots\ \text{OR}\ P_j(t_j)\ \text{OR}\ \cdots\ \text{OR}\ P_n(t_n) \to Q\{t'\}$$

$$P_1\{t_1\}\ \text{OR}\ P_2(t_2)\ \text{OR}\ \cdots\ \text{OR}\ P_j(t_j+t_0)\ \text{OR}\ \cdots\ \text{OR}\ P_n(t_n) \to Q\{t''\}$$

满足 $t' \le t''$, 等号成立当且仅当 $t_0=0$, 其中 $t_0 \ge 0$, $j=1,2,\cdots,n$。

公理 2 和 3 说明条件真值的增加, 结论的真值也增加。

**公理 4**　对于规则(1)中条件的真值分布 $t_1,t_2,\cdots,t_n$ 满足 $\sum_{i=1}^{n} t_i = a$, $a$ 为常数, 且 $0 \le a \le n$, $a=P+C$, 其中 $P$, $C$ 分别为 $a$ 的整数部分和小数部分, 则以条件的真值分布

$$\overbrace{1,\ 1,\ \cdots,\ 1}^{P\text{个}1},C,0,\cdots,0$$

的任一排列组合得到的分布使结论 $Q$ 的真值 $t$ 最小。

公理 4 说明对于不知道成立与否的条件数目越多, 命题以“AND”联结而推出的结论真值应该越小。

**公理 5**　对于规则(2)中条件的真值分布 $t_1,t_2,\cdots,t_n$ 满足 $\sum_{i=1}^{n} t_i = a$, $a$ 为常数; 且 $0 \le a \le n$, $a=P+C$, 其中 $P$, $C$ 分别为 $a$ 的整数部分和小数部分, 则以条件的真值分布

$$\overbrace{1,\ 1,\ \cdots,\ 1}^{P\text{个}1},C,0,\cdots,0$$

的任一排列组合得到的分布使结论 $Q$ 的真值 $t$ 最大。

公理 5 说明对于推理前提条件的真值过于集中在少数条件事实上, 命题以“OR”联结的推理将导致推

出结论的真值较大。

为了分析不精确推理中真值的传播与更新, 先给出如下几个定义:

**定义 1**　事实 $P_i$ 的绝对真实度为 $d_i$

$$d_i = \frac{t_i}{n} \qquad i = 1, 2, \cdots, n \tag{3}$$

**定义 2**　$T_0$ 是绝对真实度的平均

$$T_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{t_i}{n} \qquad i = 1, 2, \cdots, n \tag{4}$$

由定义 2 可知, 在精确的情况下($t_i = 1$, $i = 1, 2, \cdots, n$)绝对真实度的和满足

$$\sum_{i=1}^{n} d_i = \sum_{i=1}^{n}\frac{t_i}{n} = 1$$

在不精确的情况下($t_i$ 不一定为 1, $i = 1, 2, \cdots, n$), 绝对真实度的和满足 $\sum_{i=1}^{n} d_i < 1$。

**定义 3**　条件事实 $P_i$($i = 1, 2, \cdots, n$)的相对真实度为 $r(t_i)$

$$r(t_i) = \frac{d_i}{T_0} = \frac{n t_i}{\sum_{j=1}^{n} t_j} \qquad \begin{array}{l} i = 1, 2, \cdots, n \\ j = 1, 2, \cdots, n \end{array} \tag{5}$$

显然, 相对真实度 $r(t_i)$, $\cdots$, $r(t_n)$是以 1 为中心的分布。于是, 可以定义一个以 0 为中心分布的修正参量。

**定义 4**　条件事实 $P_i$ 的真值 $t_i$ 的修正参量 $e(t_i)$

$$e(t_i) = \varphi(r(t_i)) \qquad i = 1, 2, \cdots, n \tag{6}$$

其中, $\varphi$是增函数, 且满足 $\varphi(r(t_1))$, $\cdots$, $\varphi(r(t_n))$是以 0 为中心的分布。在本文中取 $\varphi(x) = \lg X$。

**定义 5**　修正量 $E(T)$表示为

$$E(T) = \sum_{i=1}^{n} d_i \cdot e(t_i)$$

则

$$E(T) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{t_i}{n}\lg\frac{n t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_j}\right) \tag{7}$$

或

$$E(T) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \lg n + \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \lg t_i - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \lg\sum_{j=1}^{n} t_j \tag{8}$$

**定义 6**　规则 1(即“AND ”联结)的推理, 结论 $Q$ 的真值 $t$

$$t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i - E(T) \tag{9}$$

**定义 7**　规则 2(即“OR ”联结)的推理, 结论 $Q$ 的真值 $t$

$$t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i + E(T) \tag{10}$$

式(9)和(10)就是本文给出的不精确推理的真值传播公式。以往文献认为结论的真值(“AND ”和“OR ”联结)取条件真值的和平均*, 或“AND ”联接取条件真值中的最小值,“OR ”联接取条件真值的最大值**①。这两种确定结论真值的方法都有极端化的倾向。式(9)是对“AND ”联结的结论真值取条件的和平均减去一个修正量; 式(10)是对“OR ”联结的结论真值取条件真值的和平均加上一个修正量。

**定理 1**　由公式(9), (10)求出的结论真值 $t$ 满足公理 1。

**证明**　因为　$t_1 = t_2 = \cdots = t_n$　　所以　$\sum_{j=1}^{n} t_j = n t_i$

---

① 在本文中记为两种不同的推理方法,“ * ”记为算法 1*,“ * * ”记为算法 2。

或 $\sum_{i=1}^{n} t_i = n t_j$ 则 $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i = t_j$

由公式(7)

$$E(T) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{t_i}{n}\lg\frac{n t_i}{n t_i}\right) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{t_i}{n}\lg 1\right) = 0$$

所以 $t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \pm E(T) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i = t_j \quad j = 1, 2, \cdots, n$ (证毕)

**定理 2** 由公式(9)求出的结论真值 $t$ 满足公理 2。

**证明** 只须将结论真值 $t$ 看作是 $t_j$ 的一元函数, 然后证明 $V(t_j)$ 是增函数即可。

$$V(t_j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i - E(T)$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i - \left[\frac{1}{n}\lg n \cdot \sum_{i=1}^{n} t_i + \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \lg t_i - \frac{1}{n}\left(\lg\sum_{j=1}^{n} t_j\right)\cdot\sum_{i=1}^{n} t_i\right]$$

$$V'(t_j) = \frac{1}{n} - \frac{1}{n}\lg n - \frac{1}{n}\lg t_i + \frac{1}{n}\lg\sum_{i=1}^{n} t_j$$

$$= \frac{1}{n}\left[1 - \lg\frac{n t_i}{\sum_{j=1}^{n} t_j}\right]$$

假定真实值的平均水平大于等于为数值 0.1 时才有价值进行推理, 即 $\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} t_j \geq 0.1$

且 $0 \leq t_i \leq 1$ 则 $\frac{n t_i}{\sum_{j=1}^{n} t_j} \leq \frac{n}{n \times 0.1} = 10$

故 $V(t_j) \geq \frac{1}{n}[1 - \lg 10] = 0$

即 $V(t_j)$ 是 $t_j$ 的增函数。 (证毕)

**定理 3** 由公式(10)求出的结论真值 $t$ 满足公理 3。

**证明** 只须将结论真值 $t$ 看作是 $t_j$ 的一元函数, 然后证明 $V(t_j)$ 是增函数即可。

$$V(t_j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i + E(T)$$

$$= \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i + \left[\frac{1}{n}\lg n \cdot \sum_{i=1}^{n} t_i + \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \lg t_i - \frac{1}{n}\left(\lg\sum_{j=1}^{n} t_j\right)\cdot\sum_{i=1}^{n} t_i\right]$$

$$V'(t_j) = \frac{1}{n} + \frac{1}{n}\lg n + \frac{1}{n}\lg t_i - \frac{1}{n}\lg\sum_{j=1}^{n} t_j$$

$$= \frac{1}{n}\left[1 + \lg\frac{n t_i}{\sum_{j=1}^{n} t_j}\right]$$

对于"或"式推理, 假定单个条件的真值不小于平均水平的十分之一时才有价值进行推理, 即 $t_i \geq \frac{1}{10}\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} t_j$, 且 $t_i \leq 1$, 则

$$\frac{n t_i}{\sum_{j=1}^{n} t_j} \geq \frac{n \times \frac{1}{10n}\sum_{j=1}^{n} t_j}{\sum_{j=1}^{n} t_j} = \frac{1}{10}$$

故 $V'(t_j) \geq \frac{1}{n}\left[1 + \lg\frac{1}{10}\right] = \frac{1}{n}[1 - 1] = 0$

即 $V(t_j)$ 是 $t_j$ 的增函数。　　(证毕)

**定理 4**　由公式(9)求出的结论真值 $t$ 满足公理 4。

**定理 5**　由公式(10)求出的结论真值 $t$ 满足公理 5。

定理 4 和定理 5 的证明类似,本文给出定理 5 的证明。

在证明定理 5 之前,必须先证明几个引理。

令:
$$H(x) = H(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \sum_{i=1}^{n} X_i \lg X_i \tag{11}$$

其中 $\sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \quad 0 \le x_i \le 1,\ i = 1, 2, \cdots, n$

**引理 1**　$H(x_1, x_2, \cdots, x_n) \le 0$

其中等号成立当且仅当对某个 $k$, $X_k = 1$, 其余 $x_i = 0\ (i \ne k)$。证明见[3]。

令:
$$G(x) = G(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \sum_{i=1}^{n} X_i \lg X_i \tag{12}$$

其中 $\sum_{i=1}^{n} x_i = C$　$C$ 为常数,且 $0 \le C \le n$, $0 \le x_i \le 1$, $i = 1, 2, \cdots, n$

**引理 2**
$$G(x_1, x_2, \cdots, x_n) \ge C(\lg C - \lg n) \tag{13}$$

**证明**　运用拉格朗日求极小值,建立方程式:
$$\mu = \sum_{i=1}^{n} x_i \lg x_i - \lambda\left(\sum_{i=1}^{n} x_i - C\right) = 0$$
$$\frac{\partial \mu}{\partial x_i} = \lg x_i + \lg e - \lambda = 0 \qquad i = 1, 2, \cdots, n$$
$$x_i = \frac{1}{e} \cdot 10^{\lambda} \qquad \text{则} \sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{n}{e} \cdot 10^{\lambda} = C$$
$$\lambda = \lg(ec/n)$$
$$x_i = \frac{1}{e} \cdot 10^{\lambda} = \frac{1}{e} \cdot 10^{\lg(ec/n)} = \frac{1}{e} \cdot \frac{ec}{n} = \frac{c}{n}, \quad i = 1, 2, \cdots, n$$

可以进一步分析得到 $X_i = \frac{c}{n}$ 使 $G(x_1, x_2, \cdots, x_n)$ 取极小值。

则
$$G(x_1, x_2, \cdots, x_n) = \sum_{i=1}^{n} \frac{c}{n} \lg \frac{c}{n} = c(\lg c - \lg n)$$
(证毕)

**引理 3**　令:
$$f(m_1) = m_1 \lg m_1 + (1 + c_0 - m_1) \lg(1 + c_0 - m_1) - c_0 \lg c_0 \tag{14}$$

其中 $0 \le c_0 \le 1$, $c_0 < m_1 \le \frac{1 + c_0}{2}$, 则 $f(m_1) < 0$

**证明**
$$f'(m_1) = \lg \frac{m_1}{1 + c_0 - m_1}$$

因为 $m_1 \le \frac{1 + c_0}{2}$　所以 $\frac{m_1}{1 + c_0 - m_1} \le 1$　$f'(m_1) \le 0$

即 $f(m_1)$ 是 $m_1$ 的减函数
$$f(m_1) < f(c_0) = c_0 \lg c_0 + (1 + c_0 - c_0) \cdot \lg(1 + c_0 - c_0)$$

即 $f(m_1) < 0$

令 $m_2 = 1 + c_0 - m_1$

**引理 4**　对于条件事实 $P_1, P_2, \cdots, P_n$ 的真值分布 $T_1$ 和 $T_2$。
$$T_1 = (\overbrace{1, 1, \cdots, 1}^{k\text{个}1}, c_0, 0, \cdots, 0)$$
$$T_2 = (\overbrace{1, 1, \cdots, 1}^{k-1\text{个}1}, m_1, m_2, \cdots, 0)$$

其中 $0< m_i< 1, i= 1, 2,\ 1+ c_0= m_1+ m_2, k\geq 1$, 由真值分布 $T_1$ 和 $T_2$ 求得以"OR"联接的命题推理结论真值分别为 $V(T_1), V(T_2)$, 有 $V(T_1)> V(T_2)$

**证明** 因为 $1+ c_0= m_1+ m_2$, 则 $V(T_1)$ 和 $V(T_2)$ 求值公式中的前半部分的值相等, 所以要证明 $V(T_1) > V(T_2)$, 只须证明 $E(T_1)> E(T_2)$

$$E(T_1)= \frac{1}{n}\lg n\cdot(k+c_0)+\frac{1}{n}c_0\lg c_0-\frac{1}{n}(k+c_0)\cdot\lg(k+c_0)$$

$$E(T_2)= \frac{1}{n}\lg n\cdot(k+c_0)+\frac{1}{n}m_1\lg m_1+\frac{1}{n}(1+c_0-m_1)\cdot\lg(1+c_0-m_1)-\frac{1}{n}(k+c_0)\cdot\lg(k+c_0)$$

只须证明 $c_0\lg c_0> m_1\lg m_1+(1+c_0-m_2)\lg(1+c_0-m_1)$

其中 $m_1\leq m_2$, 即 $m_1\leq\frac{1+c_0}{2}$ 这是引理 3 的结果。 (证毕)

**引理 5** 当 $0\leq c_0\leq 1,\ m_1+ m_2= c_0,\ 0\leq m_i\leq c_0$ 时 $(i= 1, 2)$

$$m_1\lg m_1+m_2\lg m_2\leq c_0\lg c_0$$

**证明** 由条件 $m_i< c_0\ (i= 1, 2)$ 又 $\lg x$ 是增函数, 所以 $\lg m_i\leq\lg c_0\quad(i= 1, 2)$

故
$$m_1\lg m_1+m_2\lg m_2\leq m_1\lg c_0+m_2\lg c_0=(m_1+m_2)\lg c_0=c_0\lg c_0$$

即 $m_1\lg m_1+ m_2\lg m_2\leq c_0\lg c_0$

当且仅当 $c_0= 0$ 或 $c_0> 0, m_1\cdot m_2= 0$ 时取等号

**引理 6** 对于条件事实 $P_1, \cdots, P_n$ 的真值分布 $T_1$ 和 $T_2$

$$T_1=(\overbrace{1, 1, \cdots, 1}^{k\text{个}1}, c_0, 0, \cdots, 0)$$

$$T_2=(\overbrace{1, 1, \cdots, 1}^{k\text{个}1}, m_1+m_2, 0, \cdots, 0)$$

其中 $0< m_i< c_0,\ (i= 1, 2)$

$$m_1+m_2=c_0,\qquad 0<c_0\leq 1,\ k\geq 0$$

由真值分布 $T_1$ 和 $T_2$ 求得以"OR"联结命题推理结论的真值分别是 $V(T_1)$ 和 $V(T_2)$, 有 $V(T_1)> V(T_2)$

证明方法与引理 4 的证明类似, 用到了引理 5。下面证明定理 5

**证明** 对条件 $\sum_{i=1}^{n} t_i = a$ 分情况讨论:

Ⅰ) 若 $a\leq 1$, 对任一真慎分布 $T=(t_1, t_2, \cdots, t_n)$, 其中 $0\leq t_i\leq a\ (i= 1, 2, \cdots, n)$, 且 $\sum_{i=1}^{n} t_i = a$

因为 $\lg x$ 是增函数, 所以 $\lg t_i\leq\lg a\ (i= 1, 2, \cdots, n)$

则
$$\sum_{j=1}^{n} t_j\lg t_j\leq\sum_{j=1}^{n} t_j\lg a=a\lg a$$

令 $T_0=(a, 0, \cdots, 0)$

则
$$E(T)=\frac{1}{n}\cdot\lg n\cdot a+\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(t_i\lg t_i)-\frac{1}{n}\cdot a\cdot\lg a\leq\frac{a}{n}\lg n+\frac{a}{n}\lg a-\frac{a}{n}\lg a=E(T_0)$$

所以
$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i-E(T)=\frac{a}{n}-E(T)\geq\frac{1}{n}\cdot a-E(T_0)$$

Ⅱ) 若 $a> 1$, 令 $a= p+ c$, $P$ 为 $a$ 的整数部分, $c$ 为 $a$ 的小数部分。因为真值分布 $T_0$ 的任一排列组合形成的真值分布使结论真值 $V(T)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i-E(T)$ 取相同的值, 所以

令 $T_0=(c, \overbrace{1, \cdots, 1}^{p\text{个}1}, 0, \cdots, 0)$ 对于真值分布

$$T = (m_1, \cdots, m_k, \overbrace{1, \cdots, 1}^{q\text{个}1}0, \cdots, 0)$$

满足 $\sum_{i=1}^{k} m_i + \sum_{i=1}^{q} 1 = c + \sum_{i=1}^{p} 1 \quad (q \le p,\ k \ge 1)$

假定 $V(T_i)$ 是真值分布 $T_i$ 运用公式(10)得出的结论真值。考察下面的算法。

1)　令 $i = 0$

2)　当 $i \ge k$ 时, 算法停止; 否则做(3), (4);

3)　设 $m'_{i+1}$ 是真值分布 $T_i$ 的第 $i+1$ 个分量;

(a) 若 $m'_{i+1} < m_{i+1}$, 将 $m'_{i+1}$ 和分布 $T_i$ 中最左的 1 置换为 $m_{i+1}$ 和 $m'_{i+2}$, 满足 $m'_{i+1} + 1 = m_{m+1} + m'_{i+2}$, 置换后的分布记为 $T_{i+1}$, 由引理 4, $V(T_i) > V(T_{i+1})$;

(b) 若 $m'_{i+1} = m_{i+1}$, 令 $T_{i+1} = T_i$, 有 $V(T_i) = V(T_{i+1})$;

(c) 若 $m'_{i+1} > m_{i+1}$, 将 $m'_{i+1}$ 和分布 $T_i$ 中最左的 1 置换为 $m_{i+1}$ 和 $m'_{i+2}$, 并且分布 $T_i$ 中最左一个 0 置换为 1, 满足 $m'_{i+1} = m_{i+1} + m'_{i+2}$, 置换后的分布记为 $T_{i+1}$, 由引理 6 可知, $V(T_i) > V(T_{i+1})$;

(4) 令 $i = i+1$, 转步骤(2);

由以上算法得到 $V(T_0) \ge V(T_1) \ge \cdots \ge V(T_{k-1})$, 并且 $T_{k+1}$ 正好是 $T$。

定理 5 得证。　　(证毕)

## 3　算法举例

有两真值总和相同而真值分布不同的不精确推理:

1)　$P_1\{1\}$,　$P_2\{1\}$,　$P_3\{0\}$,　$Q\{t\}$

2)　$P_1\{1\}$,　$P_2\{0.5\}$,　$P_3\{0.5\}$,　$Q'\{t\}$

对于(1)和(2), 比较它们的"AND"和"OR"推理真值传播结果, 即结论 $Q$ 的真值 $t$

由(7)式可得, 对于(1):　$E(T) = \frac{1}{3}\lg\frac{3}{2} + \frac{1}{3}\lg\frac{3}{2} + 0 = 0.1174$

对于(2):

$$E'(T) = \frac{1}{3}\lg\frac{3}{2} + \frac{1}{3}\lg\frac{1.5}{2} + \frac{1}{3}\lg\frac{1.5}{2} = 0.0171$$

而 $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{3} t_i$ 都为 0.6667 则由式(9)、(10)计算(1)和(2)的"AND"、"OR"推理的结论真值 $t$, 并和方法 $1^*$, $2^*$ 的算法计算所得的结果进行比较, 见表 1。

表 1

| 推理式 \ 推理联结 \ 算法 | | $1^*$ | $2^*$ | 本文的算法 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | AND | 0.6667 | 0 | 0.5493 |
| | OR | 0.6667 | 1 | 0.7841 |
| 2 | AND | 0.6667 | 0.5 | 0.6496 |
| | OR | 0.6667 | 1 | 0.6838 |

## 4　结论

从表 1 中可以看出, 取和平均算法(算法 1*)既区分不了真值分布的不同, 又不能区分推理方式的差别, 是一种很折衷的算法; 取"最大"、"最小"的算法(算法 $2^*$), 则只用了推理条件中真值最大和最小的信息, 其它信息都弃之不用, 故是一种极端化的算法; 本文的算法则避免了这种缺陷, 既用了推理条件理中的每一条信息, 又能区别真值分布不同的差别, 而且结论的真值位于折衷算法和极端化算法之间, 更趋于合理。

### 参 考 文 献


1　何新贵. 加权模糊逻辑及其广泛应用. 计算机学报, 1989, (6)

2　王群来. 一种不精确知识表示及其推理系统. 计算机杂志, 1992, 20(3)

3　孟庆生. 信息论. 西安交通大学出版社, 1986


(下转第 16 页)

人注意力放在空瓶上, 觉得只剩那么一点点水了(悲观派)。而另一种人却把注意力放在有水的地方, 认为还有这么多水(乐观派); 要么是分析的参考系或立场与观点不同, 如政治家的分歧。

对第一种分歧, 一般只要增加信息或改换分析角度即可解决。但对第二种分歧, 解决起来就非常麻烦、甚至无法得到解决。

一般来讲, 自然科学家间的分歧大都来自第一种分歧, 因而最易得到解决; 管理和其他社会学类专家的分歧往往来自于上述两个方面, 有的易解决, 有的难以解决。解决的思路应是"存同求异", 即把分歧说得更清楚、甚至搞得更大, 但目的是解决分歧。在信息一致的基础上, 如果观念上仍有差别, 则其分歧常表现在对前提假设的不同意见上, 此时唯一的方法是统一认识; 政治家在遇到分歧时采取的办法常与科学家不同, 他们总是寻求相同的地方以便折中后达到一致, 他们往往是在回避或掩盖分歧后达到统一, 而不象科学家们那样在搞清分歧的基础上达到统一。实质上政治家的分歧相对而言最难消除。

## 参 考 文 献

1 Boyatsis, R E. The Competent Manager. A model for effective performance, Wiley, New York, 1982
2 Burgoyne and Stuart. Journal Management Studies, 1976, 10(1)
3 Carter P and Jackson N. The emergence of postmodern management. Management Education and Development, 1990, 1(21): 219～28
4 Burgoyne J G, Boydell J H and Pedler M J. Self-development: Theory and Applications for Practitioners, ATM, London
5 Mark Easterby-smith. Evaluating Management Development. Training and Education, Gower Publishing, England, 1994
6 William Byt(ed.). Management Education: An International Survey, Billing and Son Ltd. Worcester, 1989
7 William J, Boyes. Is Management a Science? Managerial and Decision Economics, 1994, 15: 399～400
8 李怀祖. 论管理意境. 领导理论与实践. 1995, (4)
9 席酉民. 我心中的管理. 经济管理论坛. 1995, (1)

(上接第 7 页)

4 Ralph. Sprajue jr. Building Effective Decision Support Systems. University of Hawaii, 1982
5 Blanning R W. A Relational FrameWork for Model Management in Decision Support Systems, Decision Support Systems, 1982(6)
6 Meral Binbasioglu and Mattias Jarke. Domain-Specific DSS Tools for Knowledge-Based Model Building. Proceeding of the 19th Annual Hawaii International Conference on System Science, 1986
7 Lenard M L. An Object-Oriented Approach to Model Management. Proceedings of the 20th Hawaii International Conference System Science, Honolulu, Hawaii, 1987
8 左小德. 管理支持系统(MSS)的理论与方法及其应用. 天津大学博士学位论文, 1995