

群体研讨支持系统中的智能可视化研究^①

蒋御柱, 张朋柱, 张兴学

(上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200052)

摘要: 时间和共识是群体研讨的两个重要因素. 提出一种共识评价、分析及预测智能可视化技术. 在界定研讨信息属性、定义信息结构及其关系的基础上, 按照语义关系, 提出共识点、分歧点和争议点的概念, 结合共识水平及共识状态、关注水平及关注状态、共识水平变化趋势、关注水平变化趋势四个指标, 建立智能可视化模型, 并用 Java 和 XML 技术设计并实现了基于 Web 的共识评价、预测及分析智能可视化. 以一个实例给出了以人-机结合的系统思想为指导的共识评价和预测方法以及通过共识分析, 形成群体注意力聚焦的示范应用. 最后用实验的方法分析了智能可视化的应用效果.

关键词: 群体研讨支持系统; 智能可视化; 共识评价及预测; 共识分析

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2009)03-0001-11

0 引言

群体研讨支持系统是一个以综合集成方法论^[1]为指导的、为解决半结构化和非结构化问题为目的的群体支持系统^[2]. 在这个“以计算机为媒介的群体交流”^[3]环境, 群体发言的数量很大, 观点各异, 与之相关的证据来源广泛, 常常超过人们处理信息的能力, 在群体研讨过程中往往会模糊了研讨主题和决策目标, 容易造成“知识断层”^[4,5]和“信息过载”^[6,7].

在实施群体研讨的过程中, 时间和共识是两个重要因素^[8]. 研讨信息可视化提高了群体沟通的有效性, 有助于消除群体对问题的分歧, 丰富了研究和认知手段^[9]以及群体发现信息的途径^[10]; 有助于缩短群体成员对决策问题认知的的时间^[11], 促进群体成员相互学习从而达成共识; 因而成为减少研讨时间压力, 缓解“信息过载”的一个重要途径. 张兴学、张朋柱^[12]在这方面做出了一些尝试, 在严格定义信息结构及其相互关系的基础上, 设计并实现了“电子公共大脑视听室 (electronic

common brain and visual room, ECBAR)”, 建立了一个可视可听的研讨环境, 并用实验证明了可视化技术在提高群体成员研讨过程的把握程度、激发群体参与研讨的兴趣和积极性、更多的了解其它成员的发言情况等方面有一定的作用.

共识是群体决策成功实施的一个必要条件^[13~17], 因而人们总是希望通过研讨在群体中逐渐达成共识时, 再进行决策. 而传统的群体成员投票、根据偏好计算出度量共识状态的指标等共识分析和评价方法需要打断研讨进程, 在群体研讨环境下显得不是很现实^[8]. 谭俊峰、张朋柱等^[8]在研讨信息结构模型的基础上, 提出的应用于群体研讨的共识分析和评价技术 (analysis and identifying consensus CAI), 并结合神经网络技术, 给出一个具有自适应功能的系统设计与实现, 并用实验证明了它在群体研讨中可以取到一定的作用.

在群体研讨产生的海量信息中, 一方面有差别不同的群体成员间对如何决策可能设置不同的

① 收稿日期: 2006-05-16; 修订日期: 2008-10-26

基金项目: 国家自然科学基金资助重大项目 (70533030).

作者简介: 蒋御柱 (1984—), 男, 湖北大悟人, 硕士生. E-mail: jyz3051@yahoo.com.cn

前提条件, 提出不同的观点和方案, 拥有各自的立场, 不可避免的产生分歧或冲突^[18 19], 另一方面在冲突和碰撞的过程中, 也常常会伴随着产生部分共识. 引导式和协同式研讨^[20]中, 在实施群体研讨过程时, 能够在共识评价的基础上, 快速分

离共识点、争议点和分歧点无疑会提高群体成员把握研讨状态, 注意力聚焦于研讨焦点问题, 形成一个研讨、评价及预测、分析、聚焦、再研讨的循环过程, 如图 1 所示, 有利于更快的达成共识.

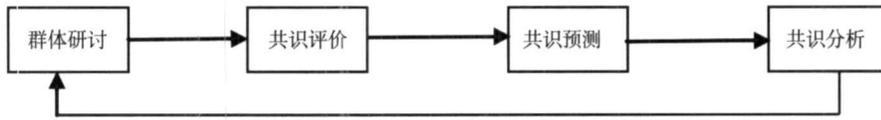


图 1 共识评价、预测、分析过程示意图

Fig. 1 Diagram of consensus evaluation, forecast and analysis

在下面的研究中, 在 ECBAR 的基础上, 给出共识点、分歧点和争议点的概念, 在引入 CAI 的基础上, 结合可视化技术, 建立共识评价、分析及预测的智能可视化模型, 给出了一个以人 - 机结合思想为导向的共识评价、分析及预测方法的设计、实现, 并进一步阐述了其应用, 最后用实验方法进行了应用效果分析.

1 群体研讨信息组织模型

根据 Ballmer 等^[21]的定义, 研讨即“提出主张, 用证据或推理支持或反对、质疑某个主张”. 研讨信息的分类成为群体研讨支持系统中信息组织的重点, 国内外学者给出了不同的分类方法^[4 22- 24]. 程少川和张朋柱提出了群体研讨电子公共大脑 (electronic common brain, ECB) 的概念, 从信息行为学的角度将研讨信息结构划分为信息名、信息相关专题、信息交互主体、信息行为时间、信息交互的行为对象等 7 个变量^[25]. 从而将群体决策过程中的“人 - 人”沟通转化成“人 - 具有群体思维关系的信息 (公共大脑) - 人”之间的沟通过程^[25], 回避了由于信息差异造成的面对面冲突, 将信息的共享和沟通作为主题, 把个体信息纳入群体共有的信息结构中^[26 27].

在本文中, 根据研究的目的, 将研讨过程和研讨信息组织模型加以简化: (1) 假设研讨过程为: 在研讨开始之前, 提出研讨任务; 进入研讨阶段, 研讨成员将提出一些方案, 接着研讨成员会针对这些方案发表自己的意见, 进行辩论, 可以针对方案本身, 或者针对别人的已有观点, 也可以提出自

己的新方案. 研讨过程中, 群体成员尽量能够对多个方案给出自己的意见, 在该研讨厅中给出的意见将作为最后决策的参考; (2) 简化研讨信息组织模型: 本文的信息结构建立在 ECB 的信息组织的基础上, 认为研讨发言信息应该包括^[25]: ①发言编号 id ②发言时间 view time ③发言人 viewer ④发言主题 subject ⑤发言内容 content ⑥发言对象 object id ⑦语义关系 relationship (对发言对象的评论态度, 本文的模型中由认知本体确定). 本文采用认知本体建立发言对象与发言之间的语义关系, 定义认知本体如下: ①支持 (表示对研讨对象阐明的观点持肯定态度, 本文认为通过该语义关系表示与研讨对象相同的观点, 与研讨对象是“共识”的); ②补充 (表示对研讨对象阐明的观点持正向态度, 给研讨对象提出补充建议, 本文认为通过该语义关系表示与研讨对象方向相同但不一致的观点, 与研讨对象是“争议”的); ③质疑 (表示对研讨对象阐明的观点持反向态度, 给研讨对象提出疑问, 本文认为通过该语义关系表示与研讨对象方向相反且不是完全反对的观点, 与研讨对象是“争议”的); ④反对 (表示对研讨对象阐明的观点持否定态度, 本文认为通过该语义关系表示与研讨对象完全相反的观点, 与研讨对象是“分歧”的).

在共识分析过程中, 针对特定研讨信息, 将与其语义关系为“支持”态度的研讨信息集合作为“共识点” (consensus points aggregate, CP), 语义关系为“反对”态度的研讨信息集合作为“分歧点” (branching points aggregate, BP), 语义关系为“补充”和“疑问”态度的研讨信息集合作为“争议点” (disputing points aggregate, DP). 对于研讨信

息 s , 其共识点、争议点及分歧点的“运算”法则如表 1 所示。

表 1 研讨语义关系运算法则

Table 1 Computing algorithms of semantic relationship

前项	后项	信息集合
研讨信息 s	支持	共识点
研讨信息 s	补充或质疑	争议点
研讨信息 s	反对	分歧点
共识点	支持	共识点
共识点	补充或质疑	争议点
共识点	反对	分歧点
争议点	支持	争议点
争议点	补充或质疑	争议点
争议点	反对	争议点
分歧点	支持	分歧点
分歧点	补充或质疑	争议点
分歧点	反对	共识点

其中: 研讨对象成为前项, 研讨信息称为后项。

共识点表示与研讨信息 s 一致的观点集合; 分歧点表示与 s 相反的观点集合; 争议点是说明 s 存在一定的问题或给 s 提出一些完善建议的观点集合。

2 智能可视化模型

在本文中, 建立智能可视化模型为

$$IV = \{N, S, R, AR, \{C, A, CT, AT\}, \{CP, DP, BP\}\} \quad (1)$$

其中: ① $N = \{n_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, k\}$ 为研讨信息节点集合, n_i 表示研讨信息节点 i ; ② $S = \{\text{id subject, viewer, content, view, T in e, relationship object}\}$ 为研讨信息属性集合, 各项表示的意义见上节信息组织; ③ $R = \{r_{ij} \mid n_j \text{ 为 } n_i \text{ 的研讨对象, 则 } r_{ij} = 1, \text{ 否则 } r_{ij} = 0\}$ 为节点之间的关系集合; ④ $AR = \{\text{“支持”, “反对”, “补充”, “质疑”, “相关”}\}$, 表示研讨信息与其研讨对象之间认知语义关系; ⑤ C 为共识水平; A 为关注水平; CT 为共识水平变化趋势; AT 为关注水平变化趋势; CP 为共识点集合; DP 为争议点集合; BP 为分歧点集合。它们的具体含义及算法在下面论述。

2.1 关注水平

关注水平 (attention level) 是群体对特定研讨信息的关注程度, 即有多少针对该信息的发言, 以及这些发言的整体价值 (指能够多大程度上代表群体成员的观点) 如何, 是群体关于该信息关注的度量。 t 时刻, 研讨信息 s 的关注水平 $A(s, t)$ 计算公式为

$$A(s, t) = \frac{W_f(s, t)}{\sum_{\partial \in G} P(\partial)} \quad (2)$$

其中: $P(\partial)$ 表示研讨人员 ∂ 的权重; G 表示参加研讨的所有成员集合; $W_f(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻的关注权重, 计算公式如下式

$$W_f(s, t) = P(s) + \sum_{s_i \in \Theta(s, t)} W_f(s_i, t) \quad (3)$$

其中: $P(s)$ 为 s 发言人的权重; $\Theta(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻的子结点集合; $W_f(s_i, t)$ 为研讨信息 s_i 在 t 时刻的关注权重, 计算方法与 $W_f(s, t)$ 相同; 当 s 为叶子结点时, $W_f(s, t)$ 为 s 发言人的权重, 即 $W_f(s, t) = P(s)$ 。

$A(s, t)$ 的取值范围为 $(0, \infty)$, 根据 $A(s, t)$ 的大小, 将关注状态分为两类: ① $A(s, t) < A_0$ 表示 t 时刻, 对 s 的关注程度不够, 此时的研讨结果还不能代表群体的意志, 为关注未成熟状态, 即 $AS(s, t) = \text{“关注未成熟”}$; ② $A(s, t) \geq A_0$ 表示 t 时刻, 对 s 的关注已经能够代表群体的意志, 为关注成熟状态, 即 $AS(s, t) = \text{“关注成熟”}$ 。

2.2 共识水平

共识水平 (consensus level) 是群体对特定研讨信息立场的一致程度, 即群体对该信息是一致同意、一致反对、还是相持不下等。在群体研讨中, 共识水平是通过各个矛盾方发言的力量对比表现出来的^[8]。 t 时刻, 研讨信息 s 的共识水平 $C(s, t)$ 计算公式为

$$C(s, t) = \frac{W_c(s, t)}{W_f(s, t)} \quad (4)$$

其中: $W_f(s, t)$ 为关注权重, 计算公式同式 (3); $W_c(s, t)$ 为共识权重, 计算公式为

$$W_c(s, t) = p(s) + \sum_{s_i \in R(s, t)} W_c(s_i, t) - \sum_{s_i \in O(s, t)} W_c(s_i, t) + \sum_{s_i \in S(s, t)} W_c(s_i, t) + \sum_{s_i \in Q(s, t)} W_c(s_i, t) \quad (5)$$

其中: $p(s)$ 为研讨信息 s 发言人的权重; $W_c(s, t)$ 为研讨信息 s_i 在 t 时刻的共识权重; $R(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻语义关系为“支持”的子结点集合; $O(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻语义关系为“反对”的子结点集合; $S(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻语义关系为“补充”的子结点集合; $Q(s, t)$ 为研讨信息 s 在 t 时刻语义关系为“质疑”的子结点集合; η 为“补充”的共识权重, 表示与研讨信息相同方向的观点, 故 $0 < \eta < 1$ 在本文中取 $\eta = 0.5$; μ 为“质疑”的共识权重, 表示与研讨信息相反方向的观点, 故 $-1 < \mu < 0$ 在本文中取 $\mu = -0.5$ 当研讨信息 s 为叶子结点时, s 的共识权重等于 s 发言人的权重, 即: $W_c(s, t) = P(s)$.

$C(s, t)$ 的取值范围为 $[-1, 1]$, 根据 $C(s, t)$ 的大小, 将共识状态分为五类: ① $C_0 \leq C(s, t) \leq 1$ 表示 t 时刻, 共识状态为一致性支持, 即 $CS(s, t) =$ “一致性支持”; ② $C_1 \leq C(s, t) \leq C_0$ 表示 t 时刻, 共识状态为有冲突的支持, 即 $CS(s, t) =$ “有冲突的支持”; ③ $-C_1 < C(s, t) < C_1$ 表示 t 时刻, 共识状态为严重冲突, 即 $CS(s, t) =$ “严重冲突”; ④ $-C_0 < C(s, t) \leq -C_1$ 表示 t 时刻, 共识状态为有冲突的反对, 即 $CS(s, t) =$ “有冲突的反对”; ⑤ $-1 \leq C(s, t) \leq -C_0$ 表示 t 时刻, 共识状态为一致性反对, 即 $CS(s, t) =$ “一致性反对”.

2.3 关注水平变化趋势

关注水平趋势 (attention level trend, AT) 是随着研讨的进行, 群体成员对特定研讨信息的关注程度变化, 是群体对特定研讨信息关注水平变化的度量. 本文采用在关注水平可视化情况下, 通过人-机结合来得到 (t_1, t_2) 时间内 $AT(t_1, t_2)$ 的取值, 根据关注水平可视化曲线的走向, 可以将 $AT(t_1, t_2)$ 分为两类: ① $AT(t_1, t_2) =$ “不变”: 表示在 (t_1, t_2) 时间内, 关注水平曲线为水平趋势; ② $AT(t_1, t_2) =$ “增大”: 表示在 (t_1, t_2) 时间内, 关注水平曲线为向上变化的趋势.

2.4 共识水平变化趋势

共识水平变化趋势 (consensus level trend, CT) 是随着研讨的进行, 群体成员对特定研讨信息的共识水平的变化, 是群体对特定研讨信息一致程度变化的度量. 本文采用在共识水平绝对值 (即 $|C(s, t)|$) 可视化情况下, 通过人-机结合

来得到 (t_1, t_2) 时间内 $CT(t_1, t_2)$ 的取值, 根据共识水平绝对值可视化曲线的走向, 可以将 $CT(t_1, t_2)$ 分为三类: ① $CT(t_1, t_2) =$ “减小”: 表示在 (t_1, t_2) 时间内, 共识水平绝对值可视化曲线为向下的趋势; ② $CT(t_1, t_2) =$ “不变”: 表示在 (t_1, t_2) 时间内, 共识水平绝对值可视化曲线为水平趋势; ③ $CT(t_1, t_2) =$ “增大”: 表示在 (t_1, t_2) 时间内, 共识水平绝对值可视化曲线为向上变化的趋势.

2.5 共识点

根据表 1 在 t 时刻, 研讨信息 s 的共识点 $CP(s, t)$ 为子结点集合中语义关系为“支持”的子集合, 即

$$CP(s, t) = \{n_i \mid R(i, j) = \text{“支持”} \& n_j \in CP(s, t), R(i, j) = \text{“反对”} \& n_j \in BP(s, t)\} \quad (6)$$

其中: n_i 表示研讨信息 i ; $R(i, j)$ 表示研讨信息 i 与研讨信息 j 的语义关系, 是支持、反对、补充、质疑、相关的一种; $BP(s, t)$ 表示 t 时刻 s 的分歧点.

2.6 分歧点

在 t 时刻, 研讨信息 s 的分歧点 $BP(s, t)$ 其子结点集合中语义关系为“反对”的子集合, 即

$$BP(s, t) = \{n_i \mid R(i, s) = \text{“反对”}, R(i, j) = \text{“支持”} \& n_j \in BP(s, t), R(i, j) = \text{“反对”} \& n_j \in CP(s, t)\} \quad (7)$$

其中: n_i 表示研讨信息 i ; $R(i, j)$ 的意义同上; $CP(s, t)$ 表示 t 时刻 s 的共识点.

2.7 争议点

在 t 时刻, 研讨信息 s 的争议点 $DP(s, t)$ 其子结点集合中语义关系为“补充”或“质疑”的子集合, 即

$$DP(s, t) = \{n_i \mid R(i, s) = \text{“补充”}, R(i, s) = \text{“质疑”}, R(i, j) = \text{“补充”} \& n_j \in CP(s, t), R(i, j) = \text{“补充”} \& n_j \in BP(s, t), R(i, j) = \text{“补充”} \& n_j \in DP(s, t), R(i, j) = \text{“质疑”} \& n_j \in CP(s, t), R(i, j) = \text{“质疑”} \& n_j \in BP(s, t), R(i, j) = \text{“质疑”} \& n_j \in DP(s, t)\} \quad (8)$$

其中: $n_i, R(i, j)$ 的意义同上; $CP(s, t), BP(s, t), DP(s, t)$ 分别表示 t 时刻 s 的共识点、分歧点、争议点.

3 智能可视化功能设计

共识评价、分析及预测智能可视化是指在“自然研讨树”或“自主研讨树”的基础上,根据发言之间的语义关系和研讨人的权重,自动识别出共识状态以及研讨过程中产生的共识点、分歧点和争议点,并用计算机图形学、Java XML 等技术展现,方便人-机结合的辅助决策技术.智能可视化的功能主要体现在以下三个方面:①共

识评价和预测:能够自动实时、准确的识别共识状态,并结合关注状态等指标对共识状态进行预测;②如果没有达成共识,需要进行共识分析,得到共识点、分歧点和争议点,从而“剔出”已经达成的部分共识,聚焦于争议和分歧,从而使群体研讨更有效果和效率;③如果已经达成共识,同样需要共识分析,在共识的基础上,整合争议和分歧,得到比较全面反映研讨结果的最终方案.本文中设计的智能可视化功能流程如图 2 所示.

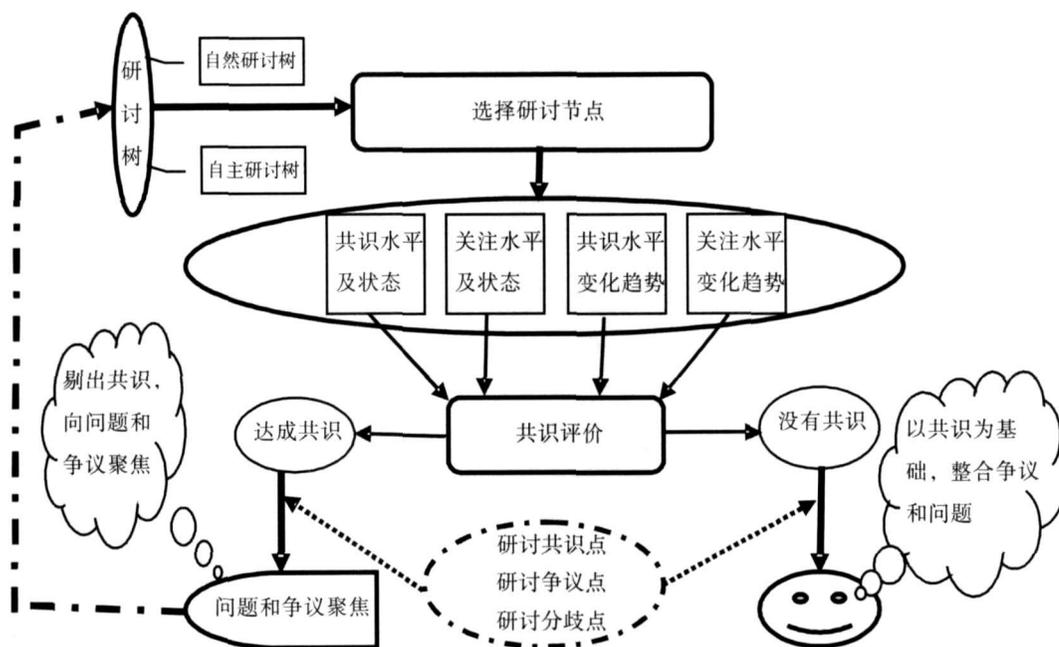


图 2 共识评价、分析及预测智能可视化功能流程

Fig 2 Function flow of intelligent visualization for consensus evaluation, forecast and analysis

下面将综合上面提到的 4 个指标以及 3 个概念,并用可视化技术建立方便人-机结合的共识评价、分析及预测技术.

(1) 共识评价和预测

综合共识状态、关注状态以及共识水平变化趋势、关注水平变化趋势,通过人-机结合,进行共识评价和预测.共识状态和关注状态的计算如前一节(2.1.2.2)所示,共识水平变化趋势和关注水平变化趋势是通过可视化展现、人的识别手段得到的,即运用计算机图形学和 Java 技术,按照时间推移,描述出关注水平变化曲线和共识水平变化趋势曲线,并使他们能够在一个界面上展

现.可视化方式如图 3 所示.

综合上节的智能可视化模型,建立共识评价及预测的规则如下:

① $AS(s, t)$ = “关注未成熟”:此时, s 还没有得到研讨成员的充分关注,需要更深入的讨论,根据现在对 s 的研讨做出的共识评价及预测没有决策上的意义,此时需要激发研讨成员对 s 进行研讨.

② $AS(s, t)$ = “关注成熟”:此时, s 已经得到研讨成员的充分关注,需要综合 $AT(s, t)$ 、 $CS(s, t)$ 、 $CT(s, t)$ 更进一步评价和预测,如表 2 所示.

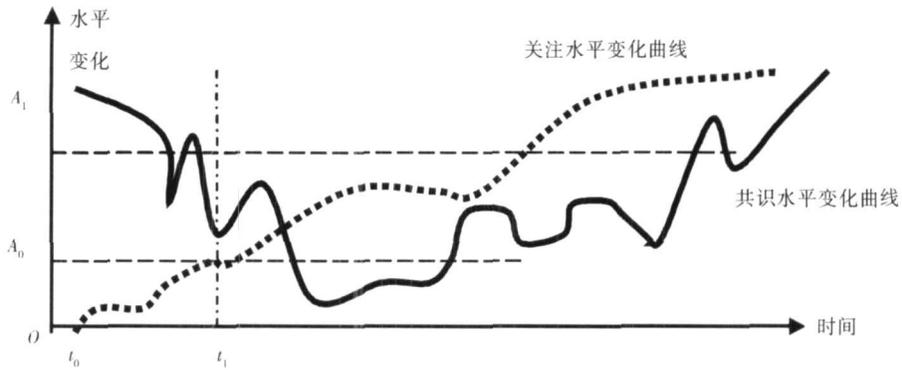


图 3 关注水平变化趋势和共识水平变化趋势可视化设计

Fig 3 visualization design of trends for attention and consensus

表 2 共识评价及预测规则表

Table 2 Rules for consensus evaluation and forecast

$AT(s, t)$	$CT(s, t)$	$CS(s, t)$	共识评价及预测
不变	稳定*	一致性支持 / 一致性反对	对 s 已经取得一致性 / 反向一致性意见, 但对 s 的研讨已经处于停滞状态; 如果没有时间压力, 可以激发研讨; 如果有时间压力, 对 s 的研讨就可以认为已经达到成熟, 可以停止对 s 的研讨, 对目前信息进行整合, 作为 s 的辅助决策的最终方案, 进入投票环节;
		有冲突的支持 / 有冲突的反对	对 s 已经取得基本一致 / 反向一致的意见, 但对 s 的研讨已经处于停滞状态; 如果没有时间压力, 需要进行共识分析, 以形成争议点注意力聚焦, 并激发研讨; 如果有时间压力, 可以停止对 s 的研讨, 对目前信息进行整合, 作为 s 的辅助决策的参考方案, 进入投票环节;
		严重冲突	对 s 的一致性低, 并且对 s 的研讨已经处于停滞状态; 如果没有时间压力, 需要进行共识分析, 以形成共识点、争议点和分歧点注意力聚焦, 并激发研讨; 如果有时间压力, 可以停止对 s 的研讨, 对目前信息进行整合, 存档, 便于下次继续研讨, 不能进入投票环节;
增大	增大	一致性支持 / 一致性反对	对 s 已经取得一致性 / 反向一致性意见, 并且对 s 的研讨依然积极; 可以认为对 s 的研讨已经达到成熟, 停止对 s 的研讨; 在没有时间压力下也可以进行共识分析, 聚焦共识点、分歧点、争议点, 对 s 有针对性的研讨;
		有冲突的支持 / 有冲突的反对	对 s 已经取得基本一致 / 反向一致意见, 对 s 的研讨依然积极, 并且最有可能发展为一致性意见; 需要对 s 进行共识分析, 向研讨人员更明确的展示共识点、争议点、分歧点; 在有时间压力下, 可以停止研讨, 进行信息整合, 作为 s 的辅助决策的参考方案;
		严重冲突	对 s 的一致性低, 但对 s 的研讨积极, 说明矛盾双方在进行“舌战”, 此时应该停止对 s 本身的研讨, 而进行共识分析, 针对共识点、分歧点和争议点分别研讨, 或是提出替代的妥协方案才可能迅速达成共识;
	稳定	一致性支持 / 一致性反对	对 s 已经取得一致性 / 反向一致性意见, 并且对 s 的研讨依然积极; 说明对 s 来说, 只是存在细节上的少量不一致, 这种不一致很可能是由于“信息过载”造成的, 可以认为对 s 的研讨已经达到成熟, 停止对 s 的研讨; 在没有时间压力下也可以进行共识分析, 将共识点、分歧点、争议点更明白的展现出来, 是研讨人员对 s 有针对性的研讨;
		有冲突的支持 / 有冲突的反对	对 s 已经取得基本一致性 / 反向一致性意见, 并且对 s 的研讨依然积极; 共识水平稳定, 说明群体对 s 的不一致会稳定存在, 此时停止对 s 本身的研讨, 进行共识分析, 将 s 整合共识点、分歧点、争议点并展现出来, 寻找妥协方案, 或是进入投票环节;
		严重冲突	对 s 的一致性低, 但对 s 的研讨依然积极; 说明矛盾双方力量相当, 相持不下, 此时需要共识分析, 并针对共识点、争议点、分歧点分别研讨, 或者寻找妥协方案, 否则难以快速达成共识;
	减小	任意	t 时刻, 对 s 的研讨积极; 但是其一致性正在降低, 说明目前对 s 的研讨, 还不能代表群体的价值取向, 需要更进一步的研讨. 此时应该主要减少群体的认知障碍, 如提供可视化工具 (ECBAR) ^[12] , 研讨树 ^[8] , 查询工具;

* 当 $AT(s, t)$ 为“不变”时, $CT(s, t)$ 必定为稳定.

③ $A_s(s, t)$ = “关注焦点”: 表示群体对 s 的已经足够关注, 此时向研讨成员展现目前研讨的进展和获得的阶段性成果, 共识分析成为重点, 应该停止对 s 本身的研讨, 而研讨成员应该改变研讨焦点, 聚焦于共识点、争议点、分歧点; 在有时间压力下, 可以停止研讨, 整理针对 s 的研讨信息: 在共识点的基础上, 整合分歧点和争议点, 并存储、展现 s 提交最后决策阶段, 或是作为下次研讨的主题。

(2) 共识分析

伴随着研讨过程产生海量信息, 不可避免的出现冲突、分歧^[18, 19], 当然, 在研讨过程中, 也会

出现部分共识. 在组织研讨时, 能够及时有效的分离共识点、分歧点和冲突点, 形成群体注意力聚焦, 无疑会大大提高研讨效率. 在本文中, 将针对特定信息的研讨阶段结果, 按照认知本体及其运算法则 (见表 1), 分成共识点、争议点和分歧点三个部分, 并运用可视化技术展现共识点、争议点和分歧点, 通过人 - 机结合, 提供一个有效共识分析的技术, 辅助研讨主持人或研讨秘书快速整理, 从而形成共识点、争议点和分歧点的有效获取、反馈, 力求提高决策效率和决策效果. 本文采用的共识分析可视化方式如图 4 所示.

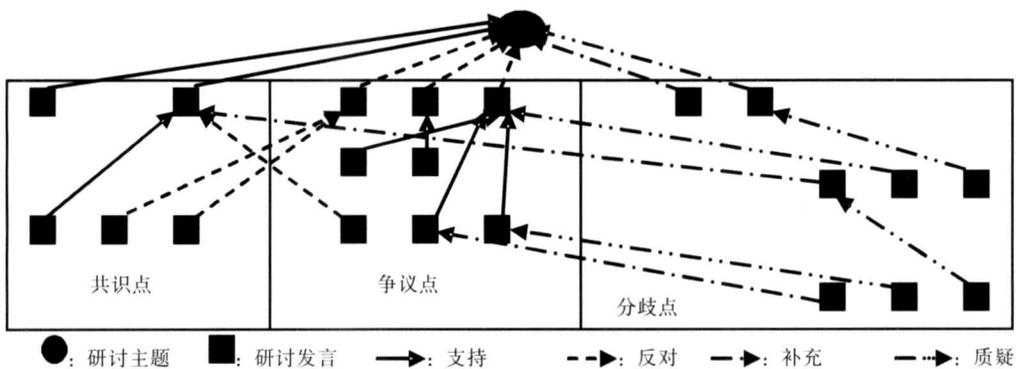


图 4 共识分析可视化示意图

Fig. 4 Diagram of visualization for consensus analysis

4 智能可视化示范应用

结合“今年怎么过圣诞节?”这个群体决策研讨案例介绍如何通过人 - 机结合进行共识评价、分析及预测. 用户在“方案研讨”阶段进入“ECB 视听室”, 点击“获取数据”, 获得从研讨开始到当前时间“方案研讨”阶段的所有研讨信息. 在 ECBAR 中, “实心圆点”表示“方案”, “正方形方块”表示研讨观点, 带箭头的直线表示信息之间的关系, 不同颜色的直线表示不同的认知态度 (“红色”: 支持, “黑色”: 反对, “蓝色”: 相关, “绿色”: 质疑, “黄色”: 补充), 得到“自然研讨树”(如图 5). 可以根据自己的需求, 选择不同的

可视化方式, 包括: 不同的展现方式, 基于时间流程的可视化、基于某一研讨人员的可视化、可视化不同研讨树层级, 每层显示多少个研讨节点等, 这些“研讨树”的不同展现方式, 属于自主可视化, 得到“自主研讨树”, 如图 5 不是本文讨论的重点, 下面主要介绍智能可视化的应用.

点击“关注状态”按钮, 得到关注水平及状态, 研讨成熟和研讨焦点的方案是需要考虑的重点. 如图 6 所示, 第二个方案是研讨焦点, 需要对该研讨方案进行重点分析.

点击“共识状态”按钮, 得到共识水平以及共识状态. 如图 7 所示, 如第二个方案已经是研讨焦点, 共识状态为严重冲突, 共识水平最低, 需要进行共识分析, 以形成群体注意力聚焦.

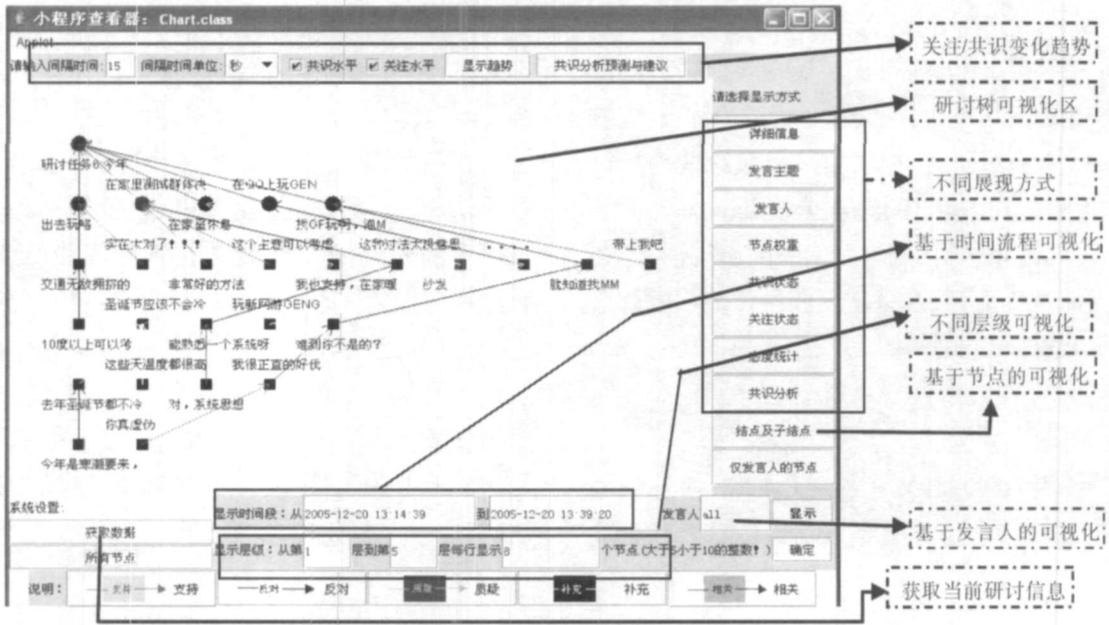


图 5 ECBAR自然可视化界面

Fig. 5 User interface of nature visualization in ECBAR

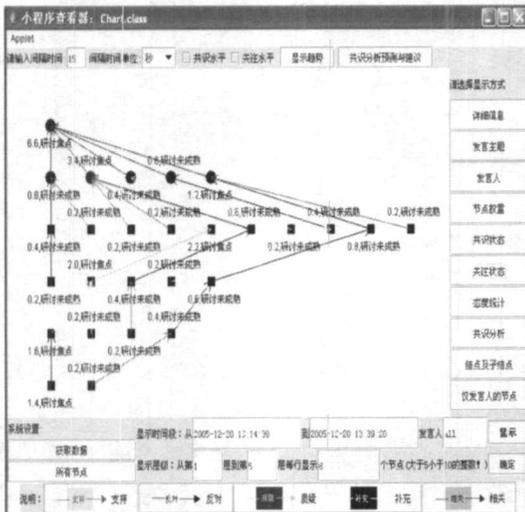


图 6 关注水平及关注状态可视化

Fig. 6 Visualization of attention level & state



图 7 共识水平及共识状态可视化

Fig. 7 Visualization of consensus level & state

选定第二个方案,并点击“结点及子结点”按钮,得到基于结点的可视化,如图 8 所示.此时可以得到以该方案为根结点的研讨树,可以聚焦于该方案及其子节点,可以在一定程度上缓解“信息过载”。

得到基于结点的可视化研讨树后,点击“共识分析”,通过语义关系运算,得到共识点、争议点和分歧点,如图 9 所示.通过共识分析,便于人

机结合,快速进行阶段性整理,如共识点为“可以熟悉一个研讨系统,并了解系统思想”;争议点集中在“温度上,如果很冷,则是一个好主意”,分歧点认为“这个方式过圣诞节没有意思”,研讨主持人可以将它们反馈回去,研讨人员就可以有针对性的研讨,大大减少“信息过载”,形成注意力聚焦,提高研讨的效果和效率。



图 8 基于节点的可视化
Fig. 8 Node visualization

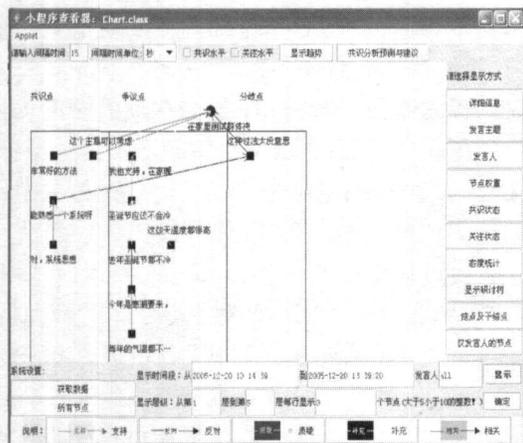


图 9 共识分析可视化
Fig. 9 Visualization of consensus analysis

在基于结点可视化情况下, 输入间隔时间, 选择时间单位 (如 15s), 选定“共识水平”和“关注水平”, 点击“显示趋势”, 得到“关注水平和共识水平变化趋势”可视化, 如图 10 所示. 在图中, 竖直线的右边, 已经研讨成熟, 从可视化界面看出, 最后一段时间关注水平不变, 说明此时针对此方案的研讨已经停止, 但是共识水平停留在“严重冲突”的状态, 该方案共识水平最低, 主持人要启动“共识分析”, 形成注意力聚焦, 并激发对该方案的研讨.

通过共识水平及共识状态、关注水平及关注状态、共识水平变化趋势、关注水平变化趋势的可视化, 可以使研讨人员将非常清楚的看到信息及其相互关系, 方便追溯研讨过程, 并有效的辅助共识评价和预测; 可视化共识点、分歧点、争议点, 通过人一机结合, 可以快速而准确的阶段整理并形

成注意力聚焦, 从而有针对性的对关键的分歧性问题进行重点研讨, 提高研讨效率和效果. 在下面的研究中, 将使用实验的方法调查智能可视化的实际应用效果.

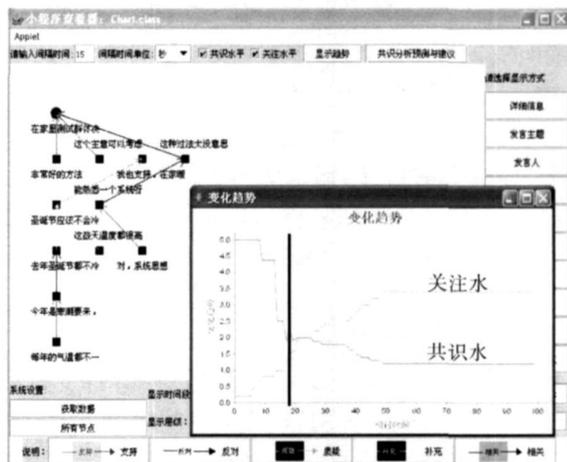


图 10 关注水平共识水平变化趋势可视化
Fig. 10 Visualization of attention level & trend

5 智能可视化应用效果分析

实验由 30 个本科生完成 (某大学信息管理系大三本科生), 研讨任务是“今年怎样过圣诞节?”, 这是该班级在圣诞节前期要完成的一项决策. 实验成员被随机分成六组, 每组 5 人, 其中三组使用有 ECBAR, 而不提供智能可视化功能的研讨系统 (简称为 ECBAR), 另外三组提供有智能可视化的 ECBAR 研讨系统 (简称为 CEA), 每组实验时间均为 30min 分成三批进行, 每批两组同时进行, 每组均由一个主持人引导. 在每组实验之后, 每组实验完成之后, 均填写问卷 (①是否能够更好的把握研讨过程? 分为能够很好把握、基本能把握、根本没法把握三种情况; ②是否摆脱大量文字负担? 分为能够摆脱、不能摆脱两种情况). 实验之后, 分析问卷数据和研讨结果, 可以看出 CEA 与 ECBAR 相比, CEA 有以下优势:

1) 能更好的把握研讨过程

分析实验问卷, CEA 比 ECBAR 能够更好的把握研讨过程 (CEA 能够很好把握研讨过程的有 42%, 基本能把握的有 51%, 不能把握的仅有 7%; 而 ECBAR 能够很好把握研讨过程的有 10%, 基本能把握的有 23%, 不能把握的仅

有 67%)。

2) 摆脱大量信息负担

分析实验问卷, CEA 比 ECBAR 能够更好的摆脱大量信息的负担 (CEA 能够摆脱大量信息负担的有 83%, 不能摆脱大量信息负担的有 17%; ECBAR 能够摆脱大量信息负担的有 42%, 不能摆脱大量信息负担的有 58%)。

3) 研讨更充分

分析研讨结果, 汇总研讨成熟和研讨焦点的数目, CEA 比 ECBAR 有更多的研讨成熟点, 说明借助 CEA 能使研讨更充分 (CEA 中研讨成熟点占 21%; 而 ECBAR 中研讨成熟点占 5%)。

4) 达成共识更快

分析研讨结果, 整理已经达成“一致性支持 / 反对”和“有冲突的支持 / 反对”的研讨方案, 计算从研讨成熟到达成“有冲突的支持 / 反对”的时间长度 (时间单位为秒), 比较实验结果, CEA 比 ECBAR 能更快的达成共识, 说明借助 CEA 能使研讨更快达成共识 (假设 CEA 达成共识需要的时间的平均值与 ECBAR 达成共识需要的时间的平均值无差异, 通过假设检验, $p = 0.11 > 0.05$, 拒绝原假设, 即认为两者的平均值有差别, CEA 达成共识需要的时间的平均值大于 ECBAR 达成共识需要的时间的平均值, 借助 CEA 能够更快达成共识)。

5) 共识水平高

分析研讨结果, 整理研讨方案的共识水平,

CEA 比 ECBAR 有更高的共识水平, 说明借助 CEA 能使研讨达成更高的共识水平 (假设 CEA 的共识水平的平均值与 ECBAR 的共识水平的平均值无差异, 通过假设检验, $p = 0.126 > 0.05$, 拒绝原假设, 即认为两者的平均值有差别, CEA 的共识水平的平均值大于 ECBAR 的共识水平的平均值, 借助 CEA 能够达到更高的共识水平)。

6 结论及展望

时间和共识是群体决策的两个重要因素, 而研讨成员常常会淹没在群体研讨产生的海量信息中, 出现“知识断层”和“信息过载”, 模糊研讨主题和决策目标, 这无疑会降低群体研讨的效率和效果. 缓解群体信息压力、寻找方便研讨成员把握研讨过程的途径, 使研讨任务在有限的时间内能够得到更充分的研讨, 成为决策领域永恒的话题. 本文在 ECBAR 的基础上, 设计了一种人-机结合的共识评价、分析及预测技术 (CEA). 首先建立了智能可视化模型, 借助 Internet 技术、计算机图形学、Java 以及 XML 技术将其可视化, 方便引入专家的判断, 从而实现研讨、分析 / 评价 / 预测、再研讨的持续过程. 实验证明, 本文提出的共识评价、分析和预测技术及其智能可视化在实际群体研讨中, 可以使群体更好的把握研讨过程, 大大摆脱信息负担, 借助智能可视化可以使研讨更充分, 能更快达成共识, 总体共识水平高.

参考文献:

- [1] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学的新领域——开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3-10
Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A new area of science: Huge open complex system and its methodology [J]. Science of China, 1990, 13(1): 3-10 (in Chinese)
- [2] DeSanctis G R, Gallupe R B. A foundation for the study of group decision support systems [J]. Management Science, 1987, 33(5): 589-609
- [3] Trauth E M, Jessup L M. Understanding computer mediated discussions: positives and interpretive analyses of group support system use [J]. MIS Quarterly, 2000, 24(1): 43-79
- [4] 孙景乐, 张朋柱. 一种互补的研讨框架的设计与实现 [J]. 系统工程学报, 2001, 16(5): 360-365
Sun Jingle, Zhang Pengzhu. The design and implementation of a complementation argumentation framework [J]. Journal of System Engineering, 2001, 16(5): 360-365 (in Chinese)
- [5] 程少川, 孙景乐, 卢明德. 群体决策争议的支持模式研究 [J]. 系统工程学报, 2001, 16(5): 366-367
Cheng Shaochuan, Sun Jingle, Lu Mingde. Research on the support mode for solving group diverse [J]. Journal of System Engineering, 2001, 16(5): 366-367 (in Chinese)

- [6] Grise M, Gallupe R B. Information overload addressing the productivity paradox in face-to-face electronic meetings[J]. *Journal of Management Information Systems*, 1999—2000, 16(3): 157—185.
- [7] Chen H, Hsu P, Owig R *et al*. Automatic concept classification of text from electronic meetings[J]. *Association for Computer Machinery, Communications of the ACM*, 1994, 37(10): 56—73.
- [8] 谭俊峰, 张朋柱等. 群体研讨中的共识分析和评价技术[J]. *系统工程理论方法应用*, 2005, 14(1): 55—61.
Tuan Junfeng, Zhang Pengzhu, *et al*. Research on analysis and identity of consensus in the group argumentation[J]. *Theory and Application of System Engineering*, 2005, 14(1): 55—61. (in Chinese)
- [9] 李莉, 李彤, 冯珊. 面向决策支持系统的可视化用户界面[J]. *武汉城市建设学院学报*, 1998, 15(3): 5—6.
Li Li, Li Tong, Feng Shan. The visual user interface oriented decision-making[J]. *Journal of the School of Wuhan City Construction*, 1998, 15(3): 5—6 (in Chinese)
- [10] 王继龙. 计算机科学领域的可视化技术[J]. *计算机与现代化*, 2000, (6): 10—14.
Wang Jibng. Visualization in the area of computer science[J]. *Computer and Modern Technology*, 2000, (6): 10—14 (in Chinese)
- [11] Larkin J, Simon H. Why a diagram is sometimes worth 10,000 words[J]. *Cognitive Science*, 1987, 11: 65—100.
- [12] 张兴学, 张朋柱. 群体决策研讨意见分布可视化研究——电子公共大脑视听室 (ECBAR) 的设计与实现[J]. *管理科学学报*, 2005, 14(1): 55—61.
Zhang Xingxue, Zhang Pengzhu. Research on visualization of group ideas in group argumentation—The design and implementation of electronic common brain of audiovisual room[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2005, 14(1): 55—61. (in Chinese)
- [13] Prien R L, Harrison D A, Muir N K. Structured conflict and consensus outcomes in group decision making[J]. *Journal of Management*, 1995, 21(4): 691—710.
- [14] Fjermestad J, Hiltz S R. An assessment of group support systems experiment research: Methodology and results[J]. *Journal of Management Information Systems*, 1999, 15(3): 7—149.
- [15] Bourgeois L J III. Strategic goals, perceived uncertainty, and economic performance in volatile environments[J]. *Academy of Management Journal*, 1985, 28: 548—573.
- [16] Dess G G. Consensus on strategy formulation and organizational performance: Competitors in a fragmented industry[J]. *Strategic Management Journal*, 1987, 8: 259—277.
- [17] Bennis W G, Shepherd H H. A theory of group development[J]. *Human Relations*, 1956, 9: 415—437.
- [18] 顾基发. 意见综合——怎样达成共识[J]. *系统工程学报*, 2001, 16(5): 40—48.
Gu Jifa. Ideas integration—how to achieve consensus[J]. *Journal of System Engineering*, 2001, 16(5): 40—48 (in Chinese)
- [19] Cosier R A, Rose R L. Cognitive conflict and goal conflict effect on task performance[J]. *Organizational Behavior and Human Performance*, 1977, (19): 39—379.
- [20] 戴汝为, 操龙兵. 综合集成研讨厅的研制[J]. *管理科学学报*, 2002, 5(3): 10—16.
Dai Ruwei, Cao Longbin. Research on meta-systemic[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2002, 5(3): 10—16 (in Chinese)
- [21] Ballmer T, Rennensuh B W. *Speech Act Classification: A Study in the Lexical Analysis of English Speech Activity Verbs* [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1981.
- [22] Toulmin S E. *The Use of Argument* [M]. New York: Cambridge University Press, 1958.
- [23] Karacapilidis N, Pappis C. Computer supported collaborative argumentation and fuzzy similarity measures in multiple criteria decision making[J]. *Computer & Operations Research*, 2000, 27: 653—671.
- [24] 谭俊峰, 张朋柱, 黄丽宁. 综合集成研讨厅中的研讨信息组织模型[J]. *系统工程理论与实践*, 2005, 25(1): 86—92.
Tan Junfeng, Zhang Pengzhu, Huang Lining. Information organization model in the argumentation hall of meta-systemic[J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2005, 25(1): 86—92 (in Chinese)

(下转第 43 页)

theme park. It is also found that the improvement of the theme park's service quality is not necessarily to motivate the tour operator choosing high service quality. Finally, a brief discussion in duopoly quality competition in tour operator market is addressed. The market equilibrium can be reached through a multi-stage repeat game.

Key words tourism supply chain; package holidays; service quality; game theory

(上接第 11 页)

- [25]程少川, 张朋柱. 电子公共大脑的信息组织设计研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2001, 21(1): 42—47.
Cheng Shaochuan, Zhang Pengzhu. Research on information organization of electronic common brain[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social), 2001, 21(1): 42—47. (in Chinese)
- [26]顾基发, 唐锡晋. 有关综合集成研究的若干进展[C]. 西部开发与系统工程(中国系统工程学会第 12 届年会论文集), 北京: 海洋出版社, 2002: 329—335.
Gu Jifa, Tang Xijin. Research Progress of Metr system ic[C]. West Development and System Engineering(the 12 th Conference Proceeding of Chinese System Engineering). Beijing: Haiyang P ublication Press, 2002: 329—335. (in Chinese)
- [27]程少川, 张朋柱, 卢明德. 群体过程信息的树状结构及定性决策收敛途径的研究[J]. 系统工程学报, 2001, 16(5): 371—375.
Chen Shaochuan, Zhang Pengzhu, Lu Mingde. Research on the tree-like structure of group argumentation comments and the focus methods for group decision-making[J]. Journal of System Engineering, 2001, 16(5): 371—375 (in Chinese)

Research on intelligence visualization in group argument support system

JIANG Yu-zhu, ZHANG Peng-zhu, ZHANG Xing-xue

Antai School of Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China

Abstract Time and consensus are two important factors in the process of group decision. In this paper, an intelligent visualization technology to evaluate, forecast and analyze consensus is presented. On the base of strictly analyzing and designing the attributes, the structure and the relationships of argument information, according to semantic relationship, we advanced the conception of consensus point aggregate, branching point aggregate, and disputed point aggregate, then by integrating four Indices, namely, the consensus level and the consensus status, attention level and the attention status, consensus level trend, attention level trend. We not only built the model of intelligence visualization, but also designed and implemented the visualization system, which is based on the web, using the technology of Java& xml. Finally, using an example, we demonstrated the application of the visualization system, and designed an experiment to analyze the effect of intelligent visualization.

Key words group argument support system; intelligent visualization; consensus evaluation & consensus forecast; consensus analyses