

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

张兴学, 张朋柱

(上海交通大学安泰管理学院, 上海 200052)

摘要: 分析了在决策群体综合集成研讨过程中, 界定研讨信息属性、定义信息结构及其关系、探索新的群体研讨信息可视化技术的必要性. 设计了一种适应群体动态交流过程的信息组织和可视化显示模式, 将群体研讨中的发言按其语义关系分为支持、反对、质疑、补充和相关五种; 把研讨信息按照研讨过程组织成以认知图为基础的“研讨网络”, 设计并实现了基于 WEB 和 JAVA 技术的群体研讨信息可视化支持平台 (电子公共大脑视听室, ECBAR), 并通过实验分析了应用效果.

关键词: 群体决策研讨; 可视化; 电子公共大脑视听室

中图分类号: C934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2005)04-0015-13

0 引言

基于 Internet 的群体决策支持系统 (GDSS) 是目前决策支持系统领域研究的重点^[1], 其中群体研讨支持系统 (GASS) 是该领域的重要组成部分. GASS 以计算机为媒介, 主要用来解决非结构化或者半结构化的复杂问题. 在此基础上, 钱学森等提出了“从定性到定量综合集成研讨厅体系”, 把专家系统、数据和信息体系以及计算机体系有机结合起来, 提倡人机结合、人网结合^[2,3]. 综合集成研讨厅体系是群体决策支持系统的高级形式^[4], 在该体系下, 群体研讨一般分同步研讨 (synchronous argumentation) 和异步研讨 (asynchronous argumentation). 群体成员围绕一个或多个主题, 在有时间压力下进行头脑风暴 (brain storming) 式的发言, 或者异步共享发言信息. 发言分单向和双向交流互动, 群体成员或提出自己的观点和立场, 提供依据; 或针对其他发言发表评论, 表明态度, 从而进行双向交流 (communication) 和辩论 (debate).

传统的群体研讨, 单纯依靠个体记忆、文本记

录、发言录音等方式, 不借助于多媒体和 WEB 可视化工具, 海量的信息及其关系缺乏直观形象的表示, 群体成员易于淹没于海量信息中. 同时, 由于文化背景和知识结构差异、心理因素以及缺乏交流等原因, 在群体研讨过程易于产生“知识断层”^[5], 往往模糊了研讨主题和决策目标. 另一方面, 研讨进程不以群体成员主观意志为转移, 从而个体对信息的捕捉、理解、记忆和应用具有很大的局限性. 群体为了就某一议题达成一致或妥协, 往往需要多次同步异步反复研讨, 单纯的信息记录和显示方式表现出很大的局限性, 对群体交互过程中注意力聚焦、研讨收敛和辅助决策的作用有限.

为了克服这种局限性, 需要分析群体研讨信息属性, 严格定义信息结构及其相互关系, 丰富信息的显示方式, 探索新的群体研讨信息可视化技术.

在下面的论述中, 本文先简要回顾可视化及群体研讨可视化的概念及其特点; 在分析综合集成研讨厅群体研讨信息属性及其研讨信息结构的

收稿日期: 2003-04-02; 修订日期: 2005-04-26.

基金项目: 国家自然科学基金资助重大项目 (79990580); 优秀创新群体资助项目 (70121001).

作者简介: 张兴学 (1979—), 男, 宁夏中卫人, 博士生.

基础上,给出一种适应群体动态交流过程的“电子公共大脑视听室(Electronic Common Brain Audiovisual Room, ECBAR)”信息组织和可视化显示模式的设计;最后将进一步阐述 ECBAR 的开发实现与示范应用。

1 群体研讨可视化的理论基础

1.1 群体决策研讨与电子公共大脑

决策过程是组织管理过程中一个非常重要的环节。目前,决策过程越来越具有动态性和复杂性。群体研讨支持系统(GASS)的目的是对复杂决策问题提供有效地支持。群体决策研讨提供一种机制,众多成员的参与产生了大量信息,群体成员通过共享交互信息来改善决策效果^[6]。在研讨过程中,群体成员围绕着某一议题,通过发言来交流信息,进行协商,展开辩论,寻求一致或者妥协,最终做出决策^[7]。根据解决复杂问题的从定性到定量综合集成的方法论^[2,8,9],张朋柱等将群体决策研讨划分为决策任务结构研讨、决策目标研讨、决策准则研讨、约束条件研讨、问题特征研讨、(问题)受到的约束研讨、(问题)支持的目标研讨、(问题)遵循的准则研讨、问题类型研讨、(问题)解决方法研讨、(问题)求解结果研讨和决策方案研讨等 12 个阶段^[9]。

在群体研讨过程中,产生信息往往要比有效地组织信息容易得多^[6]。信息组织和显示方式是群体研讨的关键环节。Toulmin 认为研讨信息由主张、支撑其主张的数据、标记主张与数据逻辑关系的保证等三个核心要素组成^[10]。Karacapilidis 和 Pappis 把研讨信息类型划分为问题、被选方案、立场和偏好^[11]。孙景乐等在构建在线研讨厅和离线研讨厅的框架下,把研讨信息分为两类:标签信息和内容信息^[12]。谭俊峰等按照功能将群体研讨发言划分为被选方案、证明、疑问、信息和偏好^[13]。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^[14]。

电子公共大脑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^[14],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^[15,16]。

1.2 群体研讨信息可视化

根据《牛津英语词典》的解释,所谓可视化(visualization)即“构造头脑情景的能力或过程,或不可直接察觉的某种东西的视觉”。也有学者认为,可视化就是将原始的模拟数据转换成可以显示的图像^[17]。

信息表示形式是影响决策过程的首要因素。从认知角度来看,研讨人员感知和处理可视化图形的能力很强,可视化将有助于研讨人员理解半结构化复杂问题特征^[18],缩短个体对决策问题认知的的时间^[19],促进群体成员相互学习从而达成共识;可视化可以激发研讨成员联想,提高群体研讨的整体创造性;可视化提供了一种有效的信息共享模式和信息统计功能^[20],提高了群体沟通的有效性,有助于消除群体对问题的分歧。因此,群体研讨信息的可视化表达是“思维的战车”,它从大量的研讨数据中提取并显示有用信息,变不可见为可见,丰富了认知手段和群体发现信息的途径^[21],其研究重点是设计和选择适当的显示方式以便群体成员了解大量的研讨数据及其之间的关系^[22]。

在 DSS 研究中,人们不断使用“可视化”这一名词术语。那么,决策支持系统研究领域内的“可视化”的概念和内涵是什么?有学者认为,可视化的技术基础是面向对象编程技术(OOP)和图形用户界面技术(GUI)。“决策支持的可视化(visualization in decision support)是指 DSS 凭借先进的计算机技术,将决策过程中使用的各种数据、模型、知识、信息和推理等转换成易于接受的、直观且便于交互、便于处理的静动态画面的过程”^[23]。

群体研讨的可视化指凭借计算机技术、WEB 和多媒体技术以及计算机图形学等,将群体交互过程中的各种信息属性及其关系属性等转化成视觉和听觉上直观的、易于引导群体注意力聚焦、便于理解和记忆以便辅助群体决策的静动态画面的过程。群体研讨可视化实质上是一种有效辅助决策的手段和工具。它需要直观地呈现群体研讨中的信息及其关系,从而可使群体成员“看”到信息特征、研讨进程和焦点问题等,便于人机交互,从

而为科学决策提供支撑。

按照可视化信息多少,群体交互过程中的信息可视化可以分为单一信息可视化和多信息可视化。

1) 单一信息可视化

单一信息可视化主要凸显单个信息属性,具有静态性。群体成员提出的每一个观点或者发表的每一条评论,都可以作为一条可视化元信息。

群体研讨中,群体成员发表信息有两种模式:观点(主张)+依据模式;评论+依据模式。第一种模式中,可视化要凸显发言人、发言时间、发言内容等信息属性;而在第二种模式的可视化中,除了上述信息属性外,还要显示出发言对象和支持、反对等语义关系。

2) 多信息可视化

某一议题下的多信息可视化,重点强调直观形象地表现各信息之间的语义关系。尤其随着研讨的进行和群体成员意见的交互,需要表现某议题下研讨动态过程,从而形成随时间不断发散的多层次动态网络结构。

借鉴数据采掘可视化技术,按照群体意见的表现方式,群体研讨过程中的信息可视化可以分为基于像素的可视化、基于图标的可视化等^[24]。

1) 基于像素的可视化

把群体发言看作一个数据,把该数据值映射成一个有色的像素并且将数据值按照它的属性显示在分离的窗口中,如表1所示:

表1 基于像素的可视化说明

Table 1 Pixel based visualization

表示发言的像素	属性1	属性2	属性3
	属性4	属性5	

2) 基于图标的可视化

把研讨发言看成是一个数据,发言的属性看成其不同的维数,从而将该多维数据映射成一个图标,例如棒状图等。

按照研讨信息和知识的组织方式,群体研讨信息可视化表示有影响图(influence diagramming)和认知图(cognitive mapping)等。通过概念和相互间关系的表示,把复杂的研讨过程以更可视化、更直接、更容易理解的方式展现出来^[18]。

综上所述,群体研讨信息可视化的目的是为了有效组织和显示群体研讨过程中的信息,克服信息量庞大造成的群体捕捉、记忆信息能力限制,

帮助群体成员获取研讨中交互信息和研讨成果,提高对研讨流程和发言信息追溯性,改善研讨效果,辅助决策。从个体认知和群体决策需求角度分析,群体研讨过程中群体成员可能需要多种形式的可视化支持,主要有三种类型:(1)自然式可视化:有什么显示什么,能为主持人和群体成员提供自然支持;(2)自主式可视化:主持人可以利用可视画面提示群体成员创新的观点、注意力集中点和遗忘点;计算显示群体研讨意见收敛度及分布图;为主持人-群体成员提供主动支持;(3)智能式可视化:能在可视画面上主动表明切题与偏离主题的研讨意见;提示主持人和群体成员后续需要研讨的重点、可能的收敛观点、重点需要协调的矛盾观点、依据不足需要补充的观点等等。根据这3种类型可以给出具体需求见表2。

目前已经有一些支持可视化的工具,如 Nikos Karacapilidis 等人设计的 HERMES 系统^[7]、唐锡晋等人研究的群思考研讨模板可视化^[25]、谭俊峰等研究的研讨树^[13]等。但总体来说,目前缺少有效支持群体研讨信息关系可视化的系统。

本研究设计了一种适应群体动态交流过程的信息组织和可视化显示模式,设计并实现“电子公共大脑视听室(ECBAR)”这一群体决策研讨信息可视化支持平台。

2 电子公共大脑视听室(ECBAR)的概念模型与功能设计

2.1 ECBAR的信息结构

在群体研讨的某一阶段,群体成员针对某一决策任务,围绕某一议题发表观点,提供依据;或者发表评论,表明支持、反对、疑问、补充、相关等态度并提供依据,展开辩驳。群体成员发表的意见,是群体交互的基本信息。电子公共大脑视听室就是按照发言信息的结构和相互关系来组织和可视化显示信息。

一般研讨发言是具有固定结构的,目前在群体支持系统中已经有多种划分研讨发言结构的方法^[26,27]。依据张朋柱、谭俊峰等定义的研讨信息属性和结构^[13],本研究认为研讨发言应该由发言编号、发言时间、发言人、发言主题、发言内容、发

言备注、发言对象、语义关系、任务编号、研讨阶段 等要素构成. 具体信息结构参见表 3.

表 2 群体研讨对可视化需求

Table 2 Demand of visualization during group argumentation

需求说明	可视化形式	可视化类型
通过直观的图形等可视化展现一个发言的信息属性,如发言人、发言时间、发言内容等	发言信息可视化	自然式可视化
通过认知图等表现各个发言之间的语义关系,辅助研讨成员把握研讨进程,缩短认知时间 ^[19] ,提高整体创造性	信息关系可视化	
某一议题下,可视化显示某一时间段研讨信息,激发群体成员联想,增强对研讨追溯性 ^[21]	基于时间流程的可视化	自主式可视化
以某一发言为中心,可视化展开与之相关发言,提示成员创新点、遗忘点、注意力集中点等,引导群体注意力聚焦	围绕某一发言的可视化	
以某发言人为中心,可视化展现某议题下该发言人的所有发言,促进成员相互学习	围绕某一发言人的可视化	
提供信息统计功能 ^[20] .通过可视化统计出某议题下各种关系的发言数量、对某发言持支持(反对等)观点的意见数量等,提高群体沟通的有效性	信息统计可视化	智能式可视化
过滤掉某些冗余发言或者噪音信息,引导群体聚焦和简化分析,促使研讨达成一致或妥协	信息过滤可视化	
通过可视化画面主动表明切题与偏离主题的观点,提示群体成员后续需要研究的重点、可能的收敛观点、重点需要协调的矛盾观点、依据不足需要补充的观点,等等	其他形式的可视化	

表 3 研讨发言的信息结构

Table 3 Information structures of argument views

代码	名称	取值说明
ID	发言编号	发言的唯一标识
Viewer	发言人	发言人标号或名称
View_time	发言时间	发言提交的时间
View_subject	发言主题	发言的纲要或简单概括
View_content	发言内容	发言的详细内容,主要是文本
View_base	发言备注	发言提交的录音、图像或者其他文本资料、文件等的相对路径
View.object	发言对象	发言针对的对象,以前发言的编号
Relationship	语义关系	针对发言对象的态度,值为支持、反对、补充、疑问、相关之一
Task.id	任务编号	研讨的决策任务标号
Meta.task	研讨阶段	研讨所处的阶段.值为任务结构研讨、决策目标研讨、决策准则研讨、约束条件研讨、问题特征研讨、(问题)受到的约束研讨、(问题)支持的目标研讨、(问题)遵循的准则研讨、问题类型研讨、(问题)解决方法研讨、(问题)求解结果研讨和决策方案研讨之一

2.2 ECBAR 概念模型

研讨的过程是信息交互的过程. 群体交互信息的可视化表示方法主要有两种:一种是影响图(influence diagramming)^[28,29],另外一种为认知图(cognitive mapping)^[30,31]. 两种方法都是特定环境下概念间相互关系的表示,都是由众多结点和弧构成的网络结构. 其中结点表示概念(concepts),弧表示语义关系(relationships)^[32]. 本研究认为,在群体决策研讨中,在某一决策任务的某一研讨阶段上,群体成员发表自己的意见和看法,或者针对

他人发言表明态度;新的发言又是针对已有的发言表明态度,并展开辩论;下面的发言同样可以把以前的发言作为发言对象.

在群体研讨过程中,随着研讨的推进和时间的推移,发言层层关联、步步推进,研讨信息量剧增,信息间的关系属性纷繁复杂,在直观上将形成发散的多层次动态网络结构,我们称之为以认知图为基础的“研讨网络”.

电子公共大脑视听室(ECBAR)是电子公共大脑中知识信息及其相互关系的可视化展现.

ECBAR 基于区别研讨信息属性和对信息关系的严格定义,为群体成员提供动态的可视化信息显示模式.

ECBAR 按照信息属性和信息关系严格定义自由群体交互信息,把研讨信息转换成易于捕捉和记忆、属性结构化、逻辑关系明确且具有多媒体特征的超文本信息链接集合,从而为群体所共享.通过 ECBAR,群体成员可以动态掌握群体共享信息不断增长,信息之间关系不断建立和演化,信息

发散和有条件收敛,即可以直观地看到电子公共大脑“思维”的过程.

在电子公共大脑视听室里,该研讨网络的结点代表一条发言记录,表现发言的基本信息属性,如发言人、发言时间、发言主题、发言内容、发言备注等等;不同特征的有向弧表示不同的语义关系,弧所指向的结点代表发言对象,弧的图标表明发言人的态度,如支持、反对、疑问、补充、相关等.

按照上述原理设计的“研讨网络”如图 1 所示.

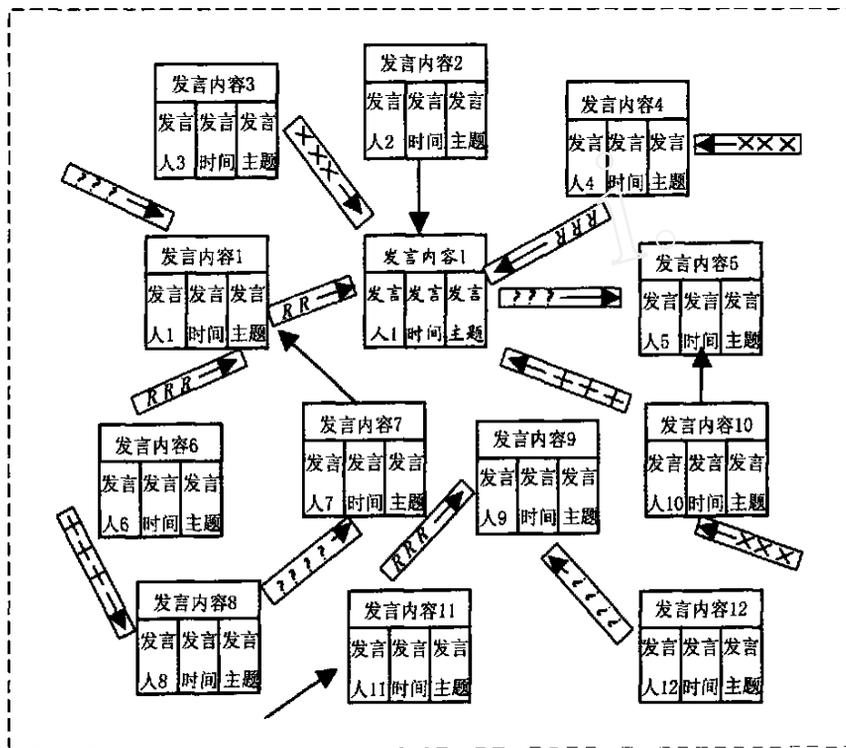


图 1 研讨网络

Fig. 1 Argument net

相应的语义关系说明表如 4 所示.

表 4 语义关系说明

Table 4 Illustration of semantic relationships

语义关系	有向弧
支持	—————>
反对	xxxxx—>
疑问	?????—>
补充	+++++—>
相关	RRRRR—>

2.3 ECBAR 功能设计及其特点

基于上述给出的群体决策“研讨网络”及表 2

给定的群体决策研讨可视化的需求分析,ECBAR 需要具有以下功能:(1)自然式可视化:包括单信息可视化显示功能、信息关系可视化显示功能等;(2)自主式可视化:包括查询功能、基于时间流程的可视化显示功能、基于发言结点的可视化显示功能、基于发言人的可视化显示功能、可视可听功能等;(3)智能式可视化:包括信息统计可视化显示功能、信息过滤可视化显示功能、其它智能式可视化功能等.具体如下:

1) 自然式可视化

单信息可视化显示功能:通过图形结点可视化展现一个发言的信息属性,如发言人、发言时

间、发言主题、发言内容等。

信息关系可视化显示功能:显示发言及其相互关系。

2) 自主式可视化

查询功能:群体成员可以展开单个结点,查询其发言人、发言时间、发言主题和详细内容、发言备注等。也提供某一决策任务下某决策阶段的研讨进程查询功能。

基于时间流程的可视化显示功能:可视化显示某一议题下某一时间段的研讨信息。

基于发言结点的可视化显示功能:展开与某一结点相关的所有发言信息。

基于发言人的可视化显示功能:以某发言人为中心,可视化显示某议题下该发言人所有发言。

可视可听功能:提供和音频、视频接口,做到可视可听。

3) 智能式可视化

信息统计可视化显示功能:通过一定算法可视化统计出某议题下各种关系的发言数量、与某发言有不同语义关系的发言数量。

信息过滤可视化显示功能:过滤掉某些冗余发言或者噪音信息,可视化显示结果,有人工智能算法等。

其它智能式可视化功能:通过智能算法在可视画面上主动表明切题与偏离主题的研讨意见;提示主持人和群体成员后续需要研讨的重点、可能的收敛观点、重点需要协调的矛盾观点、依据不足需要补充的观点等等。

3 电子公共大脑视听室(ECBAR) 的开发实现

为了提高群体研讨的效率和有效辅助决策,本文开发了充分体现群体研讨多层次动态“研讨网络”思想的多媒体网络化的电子公共大脑视听室 ECBAR。ECBAR 利用 JAVA 技术、ASP 技术以及 XML 方法等,提供了和群体同步研讨 (synchronous argumentation)、异步研讨 (asynchronous argumentation) 的强大接口。并且通过和研讨数据库的交互,将研讨信息转化成属性结构化、逻辑关系明确且

具有多媒体特征的可视可听的超文本信息链接集合,从而为群体所共享。

目前 ECBAR 已经实现了一些自然式和自主式可视化功能,如:单信息可视化显示、信息关系可视化显示、某发言相关信息属性(发言人、发言主题、发言内容)查看功能。

对于其他自主式可视化和智能式可视化功能,如:基于时间流程的可视化显示功能、基于发言结点的可视化显示功能、基于发言人的可视化显示功能、信息统计可视化显示功能、信息过滤可视化显示功能、可视可听功能、其他智能显示功能等,还在进一步探索和开发中。

该 ECBAR 的主要特点是提供了可视化显示界面,引起群体成员视觉上的共鸣,提供新的研究和认知手段;通过对研讨结点及其关系的跟踪,可以追溯研讨进程,查看阶段性结论;引导群体成员聚焦问题争议点,直观上感受研讨发散和收敛程度等;设计了多种算法,如结点布局算法、画图算法、查询算法等。

在同步研讨或者异步研讨的任何一个任务结构研讨、目标研讨、准则研讨等阶段,群体研讨成员通过“ECB 视听室”接口,启动嵌入 ASP 页面的 APPLET 将参数“决策任务(Task_id)”、“研讨阶段(Meta_task)”、“主机 IP(host)”和“端口号(port)”传递给后台服务器:

```
<APPLET
  CODE = "Chart.class"
  CODEBASE = ""
  ARCHIVE = "visualize.jar" >
<PARAM NAME = "Task_id" VALUE = "">
<PARAM NAME = "Meta_task" VALUE = "">
<PARAM NAME = "host" VALUE = "">
<PARAM NAME = "port" VALUE = "">
</APPLET>
```

后台服务器获取参数并初始化:

```
public void init()
{ task_id = getParameter("Task_id");
  if (Task_id == null) return;
  metatask = getParameter("Meta_task");
  if (metatask == null) return;
  sHost = getParameter("host");
  if (sHost == null) sHost = "http://"
```

```
localhost ";
sPort = getParameter(" port ");
if (sPort == null) sPort = " 8080 ";
.....
}
```

在平台设计过程中,有两个问题需要考虑,一是研讨数据格式比较零散,实际决策问题变动比较大,所以在可视化过程中不能用固定的数据结构.使用 XML 文件将数据的语义和显示格式相分离,便于系统维护;二是从系统性能考虑,服务器和客户端之间的交互不能过多,使用 XML 把数据下载到客户端,在内存中存储,用户查询、可视化图形显示等都是在客户端针对内存数据进行操作,缓解了网络瓶颈.

APPLET 将获取的参数传递给 SERVLET, SERVLET 查询数据库,生成一个 XML 串,返回给客户端.

客户端根据 SERVLET 传回的 XML 串生成一个 DOM 对象,从而得到一个二维数组存放发言记录的详细信息(如发言人、发言时间等)和可视化过程中需要的中间信息(如数组下标等).网格位置和数组下标有个函数关系,通过可视化布局算法计算,找到画图位置,运行画图函数,在可视化界面上画出该发言以及发言信息之间的语义关系.

```
Document dataDom = parseXml(this.xmlData);
NodeList nlist = dataDom.getElementsByTagName
(" discuss "); // discuss:数据库
if (nlist != null)
{ for(int i = 0; i < nlist.getLength(); i++)
{ iNodeCount++;
Element discuss = (Element) nlist.
item(i);
String
number = discuss.getElementsByTagName
(" id ");
item(0).getFirstChild().getNodeValue();
cell[i][0] = number;
.....
}}
}
```

可视化布局算法的核心是将显示区域划分成若

干个网格,记录每个网格的坐标;画图时根据需要在网格内画出结点(判断网格是否为空),结点坐标就可以确定;根据结点间的不同关系画出有向弧.

由于程序的需要,简化了有向弧的设计,用五种不同颜色的有向弧表示五种语义关系(红色:支持;黑色:反对;绿色:疑问;黄色:补充;蓝色:相关).

至于结点画图算法、有向弧画图算法等,这里不一一赘述.

同时,为了避免客户端和服务器端交互速度慢的缺陷,平台将后台程序压缩成 JAR 文件,在 ASP 页面引用,提高了运行速度.

为了显示画面简单,平台在显示区域主要显示发言人和发言主题,其他的发言信息可以通过查询得到.

4 电子公共大脑视听室的实际应用

本研究结合“十五期间中国 GDP 增长目标的确定”这个复杂的群体决策研讨案例演示 ECBAR 的用法.

GDP 增长目标的确定是一个复杂的决策任务.按照解决复杂问题的科学决策过程,群体成员需要分解决策任务,确定决策目标、约束条件、决策准则,提出决策需要解决的问题和决策方案.任何一个研讨阶段,群体成员都要针对议题提出自己的观点,提供依据;或者发表评论,进行辩论.我们以“目标研讨”阶段为例.

用户在综合集成研讨厅目标研讨阶段,点击“ECB 视听室”,将把决策任务“十五期间中国 GDP 增长目标的确定”,研讨阶段“目标研讨”、本机 IP 以及端口号传递给服务器,进入电子公共大脑视听室 ECBAR 界面(如图 2 所示).

服务器获取参数,运行后台程序,从数据库中获取相应数据,并且运行画图函数,在 ECBAR 界面显示运行结果.整个程序是打包成 JAR 文件,在 APPLET 中加载,加快了运行速度.显示有两种模式:显示发言结点、结点间关系及发言主题(如图 3);显示发言结点、结点间关系以及发言人(如图 4).显示发言人可以是授权操作.

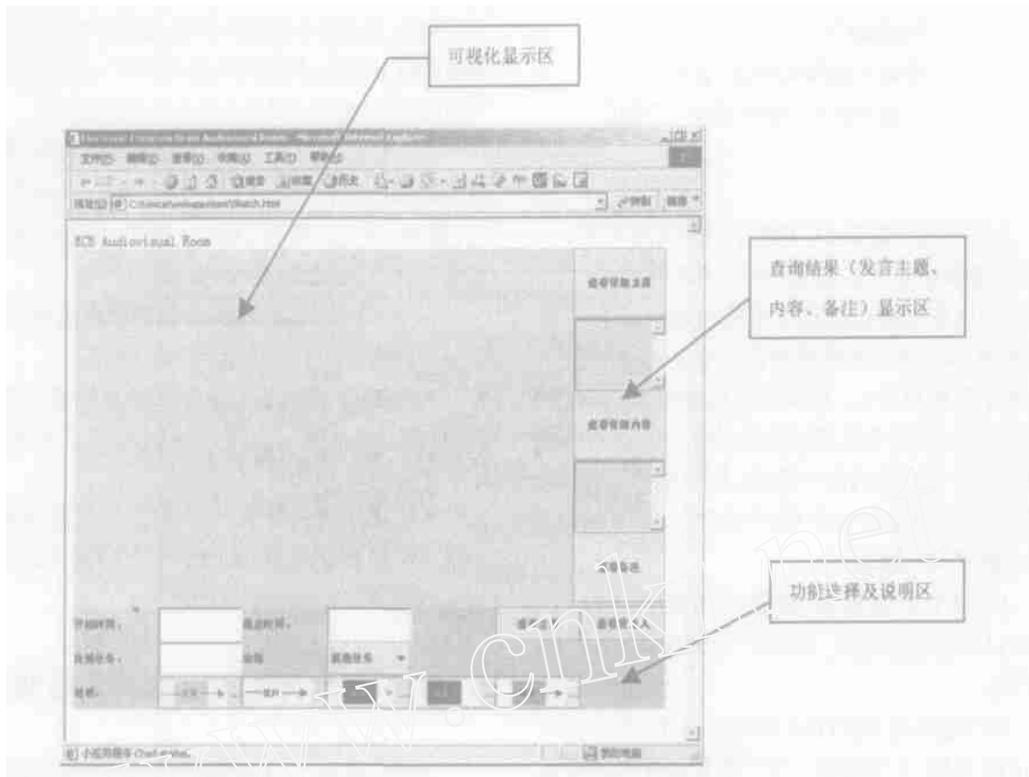


图2 ECBAR 初始界面

Fig.2 Initial interface of ECBAR

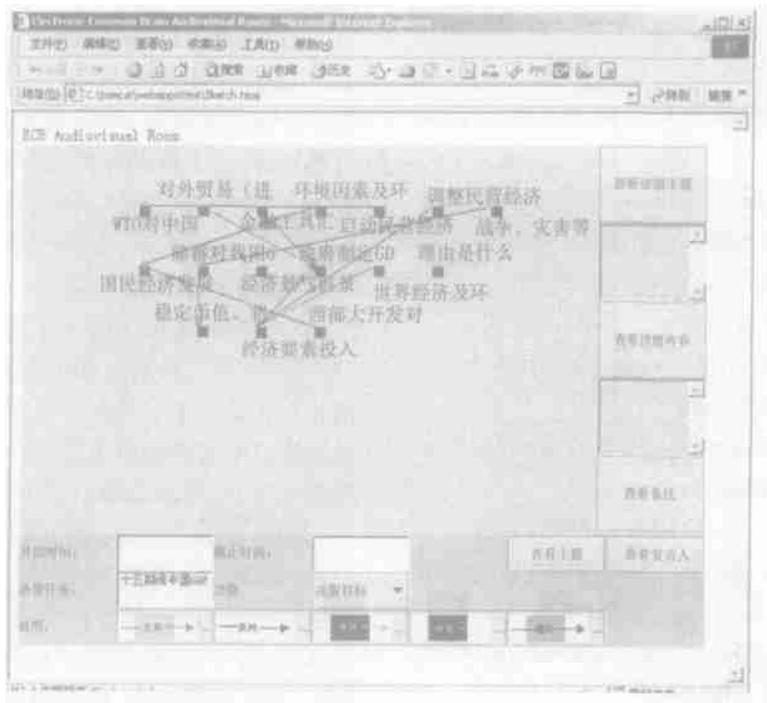


图3 显示结果1

Fig.3 Result one of visualization

从以上可视化显示结果画面上,研讨人员将非常清楚的看到发言信息之间的关系、发言的详细信息、群体对某些发言的聚焦情况、群体成员对某发言信息的态度(其支持、反对等情况)、整个研讨的进程等等;从而掌握和追溯发言过程,引导群体再次聚焦,促进阶段性结论生成和研讨收敛,最终辅助决策。

5 应用效果分析

为了调查 ECBAR 的实际应用效果,本研究设计并组织了一组试验。试验主体为信息管理系的 18 名研究生(其中博士研究生 10 名,硕士研究生 8 名),他们具有较强的经济管理、组织决策以及决策

支持系统等方面的理论基础,但没有在具有可视化支持功能的群体研讨支持系统下进行群体决策的经验。试验人员被随机分为 A、B、C 三组,每组六人。其中 A 组参加同步研讨(研讨时间为 60 分钟,由主持人引导),B 组参加异步研讨(在规定的 24 小时内自主选择上机时间,研讨累计时间不少于 60 分钟),C 组参加同步和异步两种研讨模式。试验由两个阶段组成:第 1 阶段,在开放式群体决策研讨平台下,A、B、C 三组分别进行没有可视化平台 ECBAR 支持的群体研讨;第 2 个阶段,A、B、C 三组分别参加由可视化平台 ECBAR 支持下的群体决策研讨。试验结束后,本研究设计了一份调查问卷(见附件)调查参与研讨的人员。回收有效问卷 16 份,其统计及分析结果如表 5 所示。

表 5 问卷统计表

Table 5 Statistics of questionnaires

结果 题号	A		B		C		D	
	数量	百分比 %						
1	5	31.25	5	31.25	6	37.5	/	/
2	0	0	13	81.25	3	18.75	/	/
3	11	68.75	5	31.25	/	/	/	/
4	16	100	0	0	/	/	/	/
5	0	0	15	93.75	1	6.25	0	0
6	0	0	15	93.75	1	6.25	0	0
7	9	56.25	5	31.25	2	12.5	/	/
8	2	12.5	10	62.5	2	12.5	2	12.5
9	5	31.25	9	56.25	2	12.5	/	/
10	6	37.5	1	6.25	8	50	1	6.25

从以上数据看出,有 93.75% 的被调查者认为 ECBAR 的可视化支持提高了群体成员对整个研讨过程的把握程度;有 93.75% 的被调查者认为 ECBAR 在一定程度上激发了群体参与研讨的兴趣和积极性;将近 100% 的被调查者认为 ECBAR 帮助研讨人员更多地了解到了其他成员的发言情况;68.75% 的人认为在一定程度上摆脱了大量文字造成的负担。同时,研讨人员对发言信息的理解和记忆能力也有了一定提高(有一定提高:81.25%;基本没变化:18.75%)。比较分析表明,在异步研讨阶段,ECBAR 在上述方面的效果要比其在同步研讨阶段的应用效果更明显。主要因为异步研讨阶段 ECBAR 更能体现信息共享的

功能。当然,分析也表明,ECBAR 在界面设计、使用便利性以及和同步(异步)研讨的相互配合上还有一些不足之处,需要进一步完善和改进。

6 结论和进一步研究的问题

解决复杂非结构化或半结构化决策问题的群体研讨过程,按照科学决策过程划分为任务结构研讨、决策目标研讨、决策准则研讨、约束条件研讨、问题特征研讨、(问题)受到的约束研讨、(问题)支持的目标研讨、(问题)遵循的准则研讨、问题类型研讨、(问题)解决方法研讨、(问题)求解结果研讨和决策方案研讨等 12 个阶段。在每一个阶

段,群体成员围绕议题提出观点,提供依据;或者发表评论,表明支持、反对、质疑、补充或者相关等态度,进行辩驳。随着时间的推移和研讨的推进,研讨信息将形成多层次动态“研讨网络”。网络结点表示一个发言,并显示发言人、发言时间、发言主题、发言内容等研讨信息;不同色彩的有向弧表示各个发言之间的相互关系。本研究基于INTERNET技术、计算机图形学、JAVA技术、ASP技术以及XML技术等,设计了一种有效支持多群体自由交互的多媒体计算机网络平台:电子公共大脑视听室(ECBAR),对群体研讨过程的信息结构进行了分析,提供了一种信息组织和可视化显

示方式。

本研究目前开发实现了自然式可视化(有什么显示什么;能为主持人和群体成员提供自然支持)支持群体决策研讨功能。下一步我们将进一步开发自主式(主持人可以利用可视画面提示群体成员创新的观点、注意力集中点和遗忘点,计算显示群体研讨意见收敛度及分布图;为主持人-群体成员提供主动支持)和智能式(能在可视画面上主动表明切题与偏离主题的研讨意见,提示主持人和群体成员后续需要研讨的重点、可能的收敛观点、重点需要协调的矛盾观点、依据不足需要补充的观点...)群体决策研讨可视化功能。

参考文献:

- [1] 琚春华. 基于互联网环境的群体决策支持系统研究与应用[J]. 管理工程学报, 2000, 14(4): 23—25.
Ju Chunhua. The research and application of group decision support system based on internet [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2000, 14(4): 23—25. (in Chinese)
- [2] 于景元, 涂元季. 从定性到定量的综合集成方法——案例研究[J]. 系统工程理论与实践, 2002, (5): 1—2.
Yu Jingyuan, Tu Yuanji. Meta-synthesis—study of case [J]. System Engineering—Theory & Practice, 2002, (5): 1—2. (in Chinese)
- [3] 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 science terrain—the open complex giant system and its research methodology [J]. Nature Journal, 1990, 13(1): 3—10. (in Chinese)
- [4] 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—12.
Dai Ruwei, Cao Longbing. Research of hall for workshop of meta-synthetic engineering [J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(3): 10—12. (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. On support paradigm of group decision argument [J]. Journal of Systems Engineering, 2001, 16(5): 366—367. (in Chinese)
- [6] Orwig R, Chen H, Vogel D, et al. A multi-agent view of strategic planning using group support systems and artificial intelligence [J]. Group Decision and Negotiation, 1996, 5: 37—59.
- [7] Karacapilidis N, Papadias D. Computer support argumentation and collaborative decision making: The HERMES system [J]. Information Systems, 2001, 26: 259—277.
- [8] 于景元. 钱学森的现代科学技术体系与综合集成方法论[J]. 中国工程科学, 2001, 3(11): 10—18.
Yu Jingyuan. Qian Xuesen's contemporary system of science and technology and meta-synthesis [J]. Engineering Science, 2001, 3(11): 10—18. (in Chinese)
- [9] 黄丽宁, 张朋柱. 任务导向的群体决策研讨环节探讨[J]. 山西高等学校社会科学学报, 2004, 16(2): 46—48.
Huang Lining, Zhang Pengzhu. A study on task-oriented group decision discussion process [J]. Social Science Journal of Colleges of Shanxi, 2004, 16(2): 46—48. (in Chinese)
- [10] Toulmin S E. The Use of Argument [M]. New York: Cambridge University Press, 1958.
- [11] 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.
- [12] 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.

- Jun Jingle, Zhang Pengzhu. Designing and implementing of complementary argumentation framework[J]. Journal of Systems Engineering, 2001, 16(5): 360—365. (in Chinese)
- [13] 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. A group argumentation information structuring model in hall for workshop of meta synthetic engineering[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2005, 25(1): 86—92. (in Chinese)
- [14] 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. A study on the information organization for the design of Electronic Common Brain[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences), 2001, 21(1): 42—47. (in Chinese)
- [15] 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. Some Progress in the Studies on Meta-synthesis System Approach[C]. Proceedings of the 12th Annual Conference of Systems Engineering Society of China, Beijing: Ocean Press, 2002. 329—335. (in Chinese)
- [16] 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.
Cheng Shaochuan, Zhang Pengzhu, Lu Mingde. On tree structure of information & approaches for astringency of qualification analysis in group process[J]. Journal of Systems Engineering, 2001, 16(5): 371—375. (in Chinese)
- [17] Wood J, Wright H, Brodlied K. CSCV-Computer Supported Collaborative Visualization[C]. Proceedings of the BCS Displays Group International Conference on Visualization and Modelling. London: British Computer Society Press, 1995.
- [18] Pracht W. CISMO: A visual problem structuring and knowledge organization tool[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1986, 16(2): 266—267.
- [19] Larkin J, Simon H. Why a diagram is (sometimes) worth 10,000 words[J]. Cognitive Science, 1987, 11: 65—100.
- [20] Alan R D, Traci A C. Using geographical information systems for decision making: Extending cognitive fit theory to map based presentations [J]. Information Systems Research, 1998, 9(2): 196—197.
- [21] 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: 19—21.
Wang Jilong. The visual technology in the realm of computer science[J]. Computer and Modernization, 2000, 6: 19—21. (in Chinese)
- [22] 王维江, 张俊霞. 数据可视化技术研究的新进展[J]. 计算机时代, 2002, 5: 4—5.
Wang Weijiang, Zhang Junxia. New progress of research on data visualization[J]. Computer era, 2002, 5: 4—5. (in Chinese)
- [23] 郭喜江. 基于模型的DSS可视化问题研究[J]. 大庆石油学院学报, 1997, 21(1): 89—90.
Guo Xijiang. Model-based research of visualization in DSS[J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 1997, 21(1): 89—90. (in Chinese)
- [24] 吴晞红, 瞿有甜. 数据采掘中的可视化技术和方法[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2002, 25(1): 41—42.
Wu Xihong, Qu Youtian. Visualization techniques and methods for data mining[J]. Journal of Zhejiang Normal University(Nat. Sci.), 2002, 25(1): 41—42. (in Chinese)
- [25] 唐锡晋, 刘怡君. 群思考的计算机支持工具研究[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. 351—355.
Tang Xijin, Liu Yijun. Study on Computer Supported Tool for Group Thinking[C]. Proceedings of the 12th Annual Conference of Systems Engineering Society of China, Beijing: Ocean Press, 2002. 351—355. (in Chinese)
- [26] Chang M K, Woo C A. Speech-act-based negotiation protocol: Design, implementation, and test use [J]. ACM Transactions on Information Systems, 1994, 12(4): 360—382.
- [27] Bui T X, Bodart F. ARBAS: A formal language to support argumentation in network based organizations [J]. Journal of Management Information Systems, 1997, 14(3): 223—237.
- [28] Howard R A. Knowledge maps[J]. Management Science, 1989, 35(8): 903—922.
- [29] Shachter R. Evaluating influence diagrams[J]. Journal of Operations Research, 1986, 34(6): 871—882.
- [30] Axelrod R. Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites[M]. Princeton: Princeton University Press, 1976.
- [31] Eden C. On the nature of cognitive maps[J]. Journal of Management Studies, 1992, 29: 261—265.

[32] Massey A P, Wallace W A. Understanding and facilitating group problem structuring and formulation: Mental representation, interaction, and representation aids[J]. *Decision Support Systems*, 1996, 17: 255—257.

Research on visualization of group decision argument opinion's distributing —Design and development of electronic common brain audiovisual room

ZHANG Xing-xue, ZHANG Peng-zhu

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

Abstract: In the course of decision group meta-synthetic argumentation, it is necessary to analyze and design the attributes, the structure and the relationships of argument information strictly, to explore new visual technology of group argument information. This paper designs a new visual organizing and revealing of argument information to adapt to the group dynamic communication. The semantic relationships between different speeches are classified as supporting, opposing, querying, supplying and correlating. According to the group argumentation course, the argument information is organized as an argument net based on the cognitive mapping. A Web and java-based visual system called Electronic Common Brain Audiovisual Room (ECBAR) is designed and developed. Consequently, experiments are done to analyze the validity and applied effects of ECBAR.

Key words: group decision argumentation; visualization; electronic common brain audiovisual room

(上接第 14 页)

Study on investment strategy model of technological innovations under uncertainty

CHEN Li-ming, QIU Wan-hua

School of Economics & Management, Beihang University, Beijing 100083, China

Abstract: This paper extends the Grenadier-Weiss work of the optimal investment strategy for a firm confronted with a sequence of technological innovations, and provides a new model which has analytical solution. This extension entails a substantial increase in the complexity of the model. The innovation investment strategy is viewed as a sequence of embedded options, and the consequences of a current innovation investment decision have ramifications on the future options available to the firm. It sets forth five fundamental investment strategies for technological innovations which have taken into account the value of embedded options.

Key words: real options; technological innovations; investment strategy