

钱学森系统科学思想文库

钱学森系统科学 思想研究

中国系统工程学会
上海交通大学 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

在钱学森系统科学思想指引下,我国的系统科学在基础理论、工程应用等方面都取得了丰硕成果,本书就是一部综合性的研究文集。全书共分四大部分:一是对钱学森系统科学思想发展的综述;二是系统论层面的专文,阐述了系统科学通向马克思主义哲学方面的研究成果;三是系统理论方面的研究成果,既有基础理论(系统学),也有相当于系统科学的技术科学层次的;四是系统工程方面的诸多成果和经验。

本书的读者对象是:系统科学、系统工程、计算机科学与工程管理科学等相关专业的师生、研究人员和工程技术人员,广大党政干部、社会科学工作者。

图书在版编目(CIP)数据

钱学森系统科学思想研究/中国系统工程学会,上海交通大学编. —上海:上海交通大学出版社, 2007
(钱学森系统科学文库: 4)
ISBN 978-7-313-04602-4

I. 钱... II. ①中... ②上... III. 钱学森—系统科学—思想评论 IV. ①K826.16②N94

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第121535号

钱学森系统科学

思想研究

中国系统工程学会 编

上海交通大学

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市华通印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×960mm 1/16 印张:20.5 插页:4 字数:385千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

印数:1—3050

ISBN 978-7-313-04602-4/K·040 定价:40.00元

版权所有 侵权必究

目 录

A	钱学森综合集成体系	于景元 (1)
	从工程控制论到综合集成研讨厅体系	戴汝为 (13)
B	钱学森系统科学思想与辩证思维	冯国瑞 (22)
	综合集成法——整体论与还原论的辩证统一	卢明森 (34)
	钱学森论系统方法论	苗东升 (47)
C	神经系统复杂性研究中的几个问题	方福康 (55)
	关于科学与艺术的螺旋式推进发展的思考	王浣尘 (72)
	信息的系统观——从系统科学看信息	车宝安 (79)
	说樱宁	朱照宣 (92)
	多目标(向量)优化理论的现状和展望	陈光亚 (97)
	基于主体的建模方法——由来、理念和发展	陈 禹 (102)
	物质全程演化背景下的系统科学观	范文涛 (111)
	简单巨系统演化理论	姜 璐 (121)
D	地理系统工程研究	马蔼乃 (126)
	创建知识系统工程学科	王众托 (134)
	钱学森与人-机-环境系统工程	龙升照 (146)
	沙产业与系统科学	刘 恕 (154)
	基于网络的虚拟现实系统可扩充性问题研究	许晓鸣 吴言华 (162)
	系统工程方法论与方法论系统工程	孙东川等 (178)
	支持自主创新的知识管理战略研究	汪应洛 (190)
	TEI@I 方法论及其在外汇汇率预测中的应用	汪寿阳等 (199)
	系统工程专业教育的创建	汪 浩 谭跃进 (210)
	系统科学方法论及在典型信息法中的应用	李世辉 (212)
	金融市场的复杂性建模	张 雄等 (222)
	社会经济系统的综合集成研究	周晓纪 (232)
	钱学森系统工程的战略思考与科学实践	柴本良 赵少奎 (243)
	系统工程发展的新机遇	柳克俊 (259)

钱学森系统科学思想研究

中国航天系统工程	郭宝柱 (261)
知识密集型产业与系统工程	郝诚之 (265)
综合集成在知识科学中的应用	顾基发 (276)
综合集成方法的实践——“中国载人航天发展战略”研究方法	钱振亚等 (281)
群体研讨环境研究及其应用	唐锡晋 (291)
城市交通拥堵形成机理与演化规律研究中的系统科学方法	高自友 (308)

编后记	(318)
-----------	-------

群体研讨环境研究及其应用^{*}

唐锡晋

中国科学院数学与系统科学研究院,北京,100080

面向开放复杂巨系统问题的综合集成系统方法论,在实践上如何支持定性综合集成,从而对问题展开进一步探索是综合集成研究的一个重要方面。日常中的各种群体研讨活动,如讨论班、专家会议、学术会议/论坛,乃至目前延伸出的各种留言板(BBS)和博客等不同程度地体现着通过发散型群体思考来集思广益以获得开拓性的思路或者创意(idea)的目的。事实上,研讨活动本身就是一种合作问题求解方式,尤其是一组不同领域或者技术背景的成员(专家)针对复杂棘手问题而进行的研讨活动。有关研讨的支持,其中知识收集、产生、共享和应用的支持是知识管理的基本功能;但更高级的支持功能体现在对群体研讨过程全方位的有效支持,特别是促进研讨互动、思想交叉与融合,将参与成员的“意会型知识”转化为“言传型知识”,集专家智慧得到有关议题的一些概念或者认识,从而获得定性的综合集成。有关这方面的研究在20世纪90年代以来已成为群体支持系统(GSS)的一个重要方面,其研究发展着重了对群体活动过程如研讨(argumentation)、辩论和问题结构化中有意义的工作的支持,代表性的方法及相应的工具有Dialog Mapping(美国),Cognitive Mapping(英国),Augmented Informative Discussion Environment(AIDE)(日本),等等。这些工具不同程度地反映了人们更注重研究如何支持群体产生创意,特别是针对复杂问题或者恶劣(wicked)问题首先想出智慧点子,如采用智暴、思维关联映射和投票等方法获得关于问题的宏观的想定,并逐步引导深入的分析 and 论证,诸如采用Dialog Mapping等支持,通过辩论等达成行动的共识;正体现了非结构化问题逐步结构化的过程^[1]。这其中,如何有效支持群体互动而产生创新性想法与思路是研究群体工作支持工具最主要的难点之一,也是创造力支持系统(creativity support system)的研究内容之一。CSS可看成为GSS上的一种扩展。

本文首先简要评述创造力支持系统的研究,描述了自主研发的群体研讨环境(GAE)支持研讨过程的一些独特功能,介绍了利用香山科学会议网站上的公开内容,结合GAE目前的功能所进行的一系列尝试,展现GAE帮助专家扩展思维空间、激励研讨的深入、对研讨结果的初步总结、评判研讨成员的参与以及寻求非结构化

* 国家自然科学基金项目(70571078)和“不确定决策”创新群体项目(70221001)。

问题的某种结构等的设计思路,最后讨论了若干值得继续深入的方向。

一、创造力支持系统与群体研讨环境

创造力支持系统是一种基于计算机系统,支持激发个人及团队潜能以期获得创造性产出。信息与媒体技术的革命性进步为CSS的研究与突破性应用。但对创造力,特别是团队创造力的激励水平不仅仅依靠这些技术元素,更需对创造力及创造过程的主要源泉有深刻的思考。这方面的研究工作主要集中在心理学与社会学领域,我国则倡导了思维科学的研究。钱学森开创了思维科学这一研究领域,提出了大成智慧工程,力图达到宏观与微观的统一^[2]。“综合集成研讨厅”(Hall for Workshop of Meta-Synthetic Engineering)是大成智慧工程中一个概念,体现为一个人机结合的信息处理系统、知识生产系统和智慧集成系统,期望有效地利用以人的经验为依据的直感思维与启发知识,由经验加学习获得新的知识^[3]。集智慧之大成的综合集成研讨厅实则即是一种知识创造场,研究并实现综合集成研讨厅的工作也可视为研究如何支持有效的知识创造场的动态生成和运行的工作^[4]。为此我们做了一定的探讨,开发相应的支持工具的雏形,也开始面对一些基本问题,如研讨厅中知识的生产过程的模型是什么?智慧涌现的机理是什么?怎样促进知识创造和智慧涌现?其环境机制是什么?等等。目前国内有关成果尚缺少对这些问题有充分的解释,缺乏论据充分的机理模型来支持计算机建模;某些研究尽管有了一些基础模型,实现了相应的计算机支持,但缺乏实验验证,无法形象演示专家研讨智慧生成的过程,切实体现人机结合,以人为主,机器对人的思考的帮助,因而同样缺乏说服力。事实上,支持工具(包括人机界面)与使用者的创造活动之间存在天然的鸿沟,即便是人类设计的支持工具,弥合鸿沟的关键在于如何按照人自身的创造活动,考虑工具设计或改善已有的设计,这需要确认不同规模的人的创造活动机理。针对尚缺完善的理论模型的现实,考虑一种自底向上的研究模式,研究如何通过互动激励专家研讨、交流思想和知识等这些创造过程中的部分活动,而不是全部。这样便首先围绕CSS展开研究。

(一) 创造力支持系统

CSS设计一般基于一种创造力模型或者方法(如基于智暴方法、日本学者川喜多二郎的KJ方法),近来更多的CSS的研发一般基于综合多种创造力模型或者创造技法的基础上提出的新框架,文^[5]介绍一些创造力模型及对应的CSS。世界各国学者对CSS研究均有重要贡献。美国学者B. Shneiderman根据一些创造力研究抽象出了包括收集(collect)—关联(related) —创造(create) —分享(donate)四类活动的创造力框架以便于创造力支持软件的开发,并概括了相关的8项适合研发软件以

支持创造的任务,搜集(searching)、可视化(又可理解为直观化,visualizing)、咨询(consulting)、思考(thinking)、探索(exploring)、创作(composing)、回顾与评价(reviewing)与传播(disseminating)^[6],也有与其工作互有影响的一些有关创造力支持应用的讨论^[7],文^[8]根据这一框架评述了欧美若干有代表的创造力支持软件。在亚洲,日本学者通过近20年的研究推动使CSS逐渐成为一体系。日本的智能信息处理和人工智能等领域的学者结合本国学者提出的创造技法,研究了针对不同创造技法和任务的CSS,近年来更是在人机交互方面充分利用了不断涌现的先进的信息与通信技术,强调帮助用户感知并意识到可能对其工作或问题解决有用的信息(问题的解答、线索等等,相当于awareness),从而实现“推送”式的帮助,这同时反映了日本在智能信息处理领域的优势和原CSS改进的趋向。不过这些CSS中深入的信息加工大多基于KJ法或相应扩展,相对于其人机交互手段的多样化,在深入的统计分析方面则逊色不少。台湾学者在CSS研究方面也有近似的探索。我国则在GSS与知识管理方面有不少研究,但针对知识创造与创造力支持工具研究本质上很少,其中典型的工作则从思维科学以及综合集成研讨厅的角度开展^[9]。

CSS的研究需要实践来推动。目前应用多体现在教育领域和公司研发机构中的一些应用,有关CSS的评估大部分来源与一些案例或测试实验,专门讨论支持技术与支持个体或者群体的创造性活动以及如何扬长避短发挥工具优势的研究也持续着^[10]。CSS的发展可以体现在更先进也更贴近生活的人机交互技术和信息处理技术(包括各种mining技术)上的提高,但更需要完善的理论模型或者方法论作支撑,也需要有可重复、可实验的工作。研究综合集成是一个切入点,特别是研究如何支持性智的涌现。下面介绍群体研讨环境的研究。

(二) 群体研讨环境

“群体研讨环境”(group argumentation environment, GAE)是一个辅助群体思考的分布式计算机平台。通过GAE支持研讨过程,群体成员可能达成一定共识(common grounds)进而创造出新的知识,甚至智慧,并为个人所理解,吸收,激发新一轮创造性思维,如此往复。GAE可视为一种GSS或者CSS,也是HWMSE雏形的一部分,其设计上注重体现“人机结合,以人为本”的理念思路,考虑了GSS/CSS研究的趋势,主要围绕对获取的研讨信息的深入加工处理。GAE基于电子智暴方法支持群体思考,构建了智暴研讨室(brainstorming argumentation room-BAR)。注册用户通过类似于一般上网聊天的方式选择主题,登录进入相关研讨区,展开对关注议题的讨论,每句发言需要输入一句话以及一组关键词,关键词代表idea。与一般聊天室或者GSS不同,GAE有以下一些有特色的功能:

1. 对研讨过程的支持角度

群体思考关联可视化。通过一种多尺度统计分析方法,将参与人员的发言进

行了分析处理并将结果可视化,如将研讨者(ID)以及发言的关键词的复杂关联关系映射到二维空间。随着发言的不断增长,关联在变化,二维投影也随之而变。BAR将研讨过程可视化地展现出来,以帮助参与者感受研讨的演化,便于其记忆与理解,如对关注热点、孤立点等一目了然,并获得全局概貌,从而展开联想、深入思考。2维空间关系也体现了对当前研讨议题的一种结构关系。此功能借鉴了日本ATR研制的AIDE的设计思想^[11],并根据定性综合集成、寻求问题结构的目的作了改进。

过程追踪。基于研讨过程所获得的研讨信息,GAE-BAR提供了有关研讨过程与研讨结果的各种分析支持,如历史回顾,可选择研讨片断(按时间)或部分研讨人员组合(按人物)可视化地展现局部的关联,帮助用户分析不同阶段或小群体的研讨及与全局的关系,透视研讨过程中对研讨议题的不同角度的理解。该功能特别有助于用户作案例分析,通过关于研讨“历史剪辑”体验当时的研讨过程,若结合发言人的背景深入剖析可挖掘蕴涵的信息,觉察相同群体形成不同认识的原因。

引入可视化的功能是期望研讨人员在GAE支持下的一个人机结合所构成的创意制造场中积极思考与互动,涌现出更多的创意火花,激发出更深的见解与认识,过程追踪也是一种思考情境感知(thinking context awareness)的辅助手段。

研讨干预。当研讨过程陷入停滞时,系统以虚拟成员的身份主动发言,激发参与人员思考、发言,以利于研讨顺利开展,在有限的时间内获得较高的产出。

目前GAE支持发散性群体思考活动,执行研讨干预的虚拟引导员(facilitator agent)的干预策略是选择整个研讨过程中被提及次数最少的关键词(若次数相等,则随机抽取其中一个),以扩展思考空间。这里不是由研讨主持人通过直接要求来掌控研讨进程(如对本议题的所有在线参与成员发送消息,请求大家多发言),而以一种不易为人所察的方式,通过参与研讨的发言试图引导、激励参与成员的新发言,该解决研讨停滞问题的思路体现了一种软控制的思想,是一种自主计算的问题解决模式。

2. 研讨成果分析

发言贡献评价。考虑研讨成员之间根据所贡献的关键词的相同或相异而构造对应的一致性或差异性矩阵,通过计算矩阵的最大特征根所对应的特征向量获取对发言人的排序,从不同角度评价用户对研讨的贡献^[12]。

发言相似组(affinity diagramming)。根据发言与发言人的关联,对可视化视图的空间作切分,落在同一单元内的发言属于同一组,这样借鉴KJ法的思想,获得了相似发言组,实现了发言的初步聚类。若考虑每一组发言代表研讨问题的一种视角,那么所获得的这些相似发言组也可视为关于该问题的多个视角,从而揭示了若

干内在的结构信息。每一组中发言数量也是一种发言集中度的体现。

关键词聚类与概念提取。根据关键词在可视化视图的空间分布,采用 K-均值算法对研讨过程的关键词作聚类分析,利用质心的定义,对每一关键词簇提取质心最近邻的关键词作为该簇的代表,该关键词可被理解为该簇关键词凝练而成的一个概念^[22]。

发言相似组与关键词聚类均是计算机对研讨结果的处理,分析人员可在机器初步加工基础上进行深加工,如合并一些发言组、修正簇的名称,从而做出精炼而确切的研讨总结。

3. 信息视图与主动或增强的信息支持

信息视图(information view)。链入一些常用搜索引擎(如 Google, 百度), 研讨人员从研讨过程记录下来的已有关键词列表选择感兴趣的关键词, 发送到关键词输入区, 启动嵌入的搜索引擎从 Internet 上查找相关的信息, 这样获取的信息方式是研讨人员使用通用信息搜索工具拉拽(pull)而得。

主动(active)或增强(augmented)信息支持(information support)。此功能独立于 GAE-BAR, 是一个称之为 AIS-GAE 的信息支持工具。其原理是通过 Web 挖掘与文本挖掘技术, 具体设计实现了网络爬虫、索引程序、自动文摘和搜索引擎等, 针对特定的网站或者对象, 如香山科学会议, 建立了个性化搜索工具, 为用户提供积极的信息支持, 甚至是推送式(push)的信息服务。其详细设计及实现可参考文^[14]。

4. 创意视图(idea viewer)

出现在同一句发言中的关键词组可视为是该句发言的代表, 考虑关键词对应一个节点; 当两个关键词同时出现在一句发言中则两词间存在一个连接, 其强度(权)为两者同现的频率。这样每一句发言对应了一个关键词完全图。将一个研讨过程所有发言的关键词完全图叠加在一起, 即获得一个关键词网络。这是一个无向加权网络, 为该研讨主题的知识点的拓朴结构图, 从中可提取一般网络的一些特征元素, 如组元(component)、割点(cutpoint)和子群(subgroups), 也可获取一些结构关系^[18]。

由此作进一步推广, 考察一个科研项目、一个团队/群体乃至一个学科的学术活动, 若视发表的一篇学术论文为一句发言, 考察的所有论文之关键词集构造生成的关键词网络即反映了所考察对象的研究内容或者知识视图; 若结合时间因素, 该网络为考察研究进展也提供了一种视角, 向观察员展示了是采用什么样的知识和结构来诠释研究主题的。目前该功能正在开发成为一个独立工具称之为 iView。

下面结合以上功能介绍 GAE 有关香山科学会议的一些应用。

二、群体研讨环境在香山科学会议的应用

香山科学会议本质上可视为一种跨学科研讨, 针对某类问题邀请多个领域专家进行讨论, 并有可能多次举行。经过 10 多年的发展, 她已成为一个激励群体互动、知识共享与创造的平台, 集聚了丰富的成果。其开放宽松的会议方式实则鼓励参与成员发散型思考, 特别适合作为 GAE 的试验和应用对象。本文根据香山科学会议网站(www.xssc.ac.cn)上的公开内容利用 GAE 作了如下一些尝试, 具体为:

(一) 结合若干主题, 如“复杂”, “脑、意识和智力”等抽取有关会议, 模拟研讨过程, 利用 GAE 对群体发言信息进行探索式的分析

尝试以专家的报告题目和主要的问答记录为蓝本构造对应的研讨内容表, 发言次序按会议的时间顺序以及每次会议上的报告顺序。通过 GAE, 将专家的关注点或者兴趣点可视化表征出来, 考察研讨关注内容, 分析研讨结果, 并进行初步的聚类。这里以有关“复杂”的研讨来举例说明, 关于其他主题的试验可见文^[4, 15~17]。表 1 列举了从历次香山科学会议中抽取的以“复杂”为主题的香山科学会议, 共 7 次。某些会议虽然名称与“复杂”有关, 因网站上没有具体内容, 故未考虑。

表 1 抽取以“复杂”为主题的香山科学会议列表

会议序号	议 题	召开时间
20	开放复杂巨系统方法论	1994 年 6 月 20~23 日
29	自然控制论的理论方法和重大科学问题	1995 年 3 月 29~31 日
68	开放复杂巨系统方法的理论与实践	1997 年 1 月 6~9 日
110	控制论与科学技术革命	1998 年 12 月 22~23 日
112	复杂性科学	1999 年 3 月 18~20 日
190	过程工程中的复杂系统	2002 年 9 月 17~19 日
227	系统、控制与复杂性科学	2004 年 5 月 25~27 日

试验时以“复杂”在 GAE 中创建议题, 研讨表则人工填写, 其中为每句发言指定相应的关键词, 因此只有通过过程追踪观察研讨过程的演化了。图 1(a) 是 GAE 客户端的主界面, 其左上区域是信息区, 记录研讨过程的所有事件, 如用户登入和退出及发言等; 左下区域是交互区, 用户在此输入发言和关键词, 关键词录入栏右侧为关键词提示列表, 便于用户从以往的关键词中选择, 当同一句发言中多次选择某一关键词, 则实际增加了该关键词的权重。视窗右部为 GAE-BAR 的特色——共享的可视化视图区, 用户可选择显示关键词-发言人的公共视图(common view)、发言-发言

人的个性化视图(personal view)或者信息视图(information view),图1(a)中显示的是公共视图。图1(b)则是关键词首提者信息,也统计了每个关键词在统计时刻之前的整个研讨过程中被提及的次数,使用最多者在一定程度上多少反映了该词(或者该想法)受人关注的程度。

图1(c)为关键词聚类,选择簇的个数为4,即 $k=4$,得到代表性关键词为“生命起源”(簇1)、“螺旋”(簇2)、“多尺度”(簇3)以及“人工智能”(簇4),它们分别对应了4个关键词簇表,表中列出了该簇所含关键词及其出现频率。此处的4个簇可理解为研讨专家对于“复杂”研究的4个方面的视角,而计算机给出簇的代表性关键词可作为这些视角的名称。

若结合发言人,如图1(d)可以看出,专家“李静海”、“白以龙”关注了“多尺度”簇所代表的研究;专家“汪云九”、“郭爱克”关注了“生命起源”簇所代表的研究,而更确切地可理解他们代表了“脑与意识”研究;其他的研讨专家则更多关注了簇“人工智能”和“螺旋”所代表的研究,更确切地是从“复杂系统”、“复杂性”、“系统方法论”等角度研究。这样做进一步审视,可更确切地给簇命名,而这些通过研讨所会聚的创意并提升出的概念即是视角,此外还得到了关注不同视角的专家小组。

获得适当的簇数一般需要反复测试。图1(e)中,簇2与簇4比较靠近,单独挑选关注着两个簇的一些专家,利用研讨过程追踪功能,察看他们与其对应关键词的空间分布,如图1(e)中显示了更关注有关“控制”和“计算机”等相关内容及其关注人员,显然该图的布局与图1(d)中簇2与簇4的空间分布明显不同,这样又能细分出一些研究视角。结合实际情况,可发现研讨过程中依据关键词的聚类基本准确反映了其中的关联事实,而且聚类结果也体现了香山科学会议近10年来讨论“复杂”的各个不同的领域和角度。这样的方式可帮助研讨人员乃至会议组织者察觉我国“复杂”研究的不同侧面,追踪研究的发展态势,发掘领域专家;也是对今后与该主题密切相关的会议发起人和申请评议人员的一种,以求会聚多方思想。

以上仅仅是一种解释。事实上,研讨参与成员的个体差异一般导致对相同的可视化研讨图有不同的理解,GAE的功能正是激励更多创意的产生,了解参与成员的知识视角,探测出对问题的一些结构信息。

(二) 针对参与模拟研讨专家的发言,通过相应计算考察其参与程度,分析其知识专长

本试验选择设计了17位专家总共有46句发言,生成利用前面所谈及的一致性和差异性矩阵,计算矩阵的最大特征根所对应的特征向量,得到一致度和差异度,表2是具体的结果,包括每个向量值及前5位的排序。

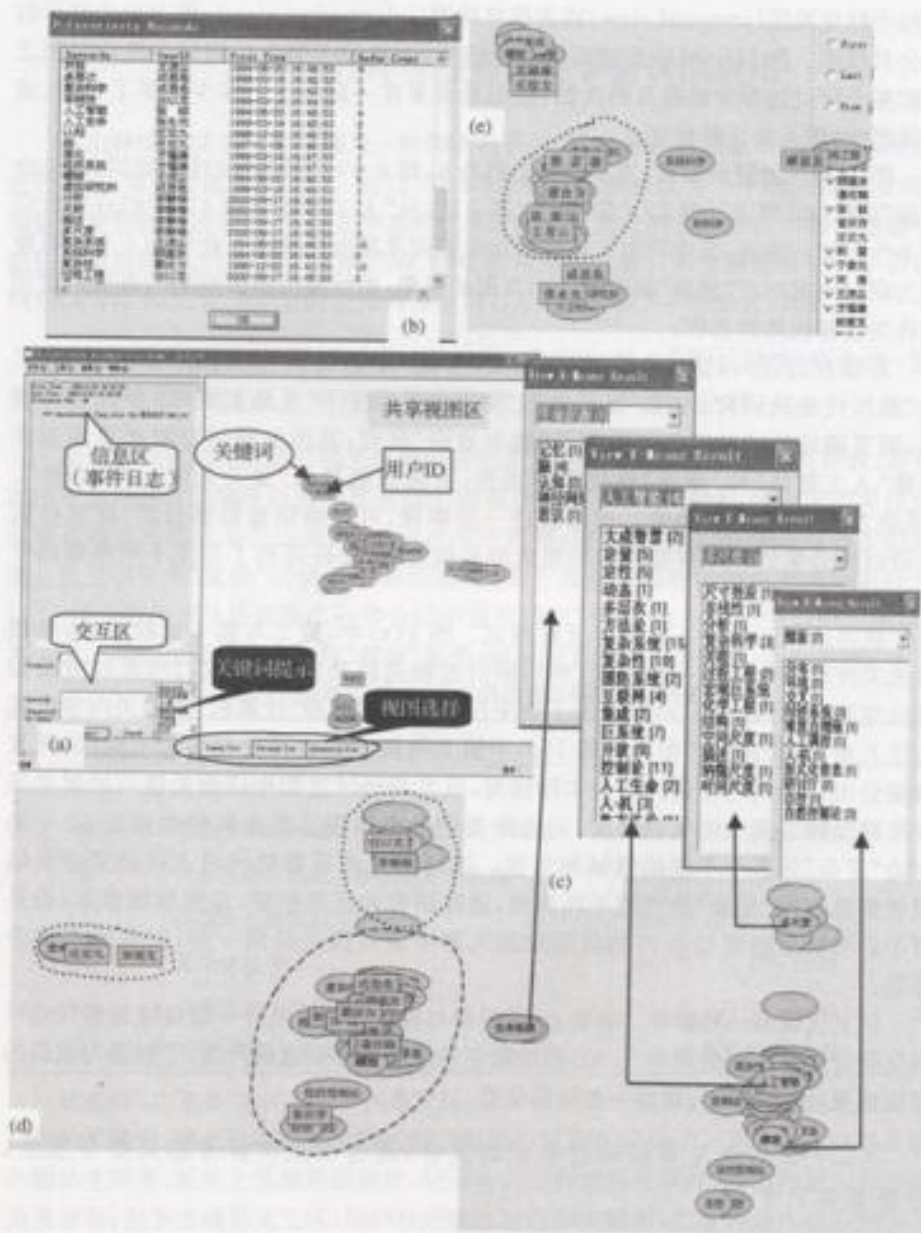


图1 GAE功能略图

(a) BAR 客户端布局;(b) 关键词首提者;(c) 关键词簇表;(d) 研讨聚类分析;(e) 过程追踪

表2 关于17位参与成员参与程度的评测

一致性矩阵的最大特征根所对应的特征向量, 前5名, 指标的含义:	(0.0952, 0.5796, 0.0979, 0.3114, 0.0363, 0.0712, 0.1447, 0.2049, 0.3348, 0.4596, 0.0964, 0.0432, 0.0446, 0.3449, 0.0896, 0.0408, 0.1196) 戴汝为 > 于景元 > 张钹 > 宋健 > 成思危 表明参与人员在研讨过程中与其他成员之间有更多的共同关注点
差异性矩阵的最大特征根所对应的特征向量, 前5名, 指标的含义:	(0.3075, 0.3288, 0.2724, 0.2888, 0.1848, 0.1882, 0.1905, 0.2184, 0.2381, 0.2594, 0.1630, 0.2679, 0.2347, 0.2229, 0.2464, 0.2557, 0.1813) 戴汝为 > 李静海 > 成思危 > 白以龙 > 汪云九 表明参与人员在研讨过程中与其他成员相比有更多的与众不同的关注点

表2中“戴汝为”两项排名第一,与其多次担任会议主席密切相关。有必要指出,这里的一致性程度和差异性程度两个指标是一种评测而已,一致度高说明在所考察的研讨过程中所对应的参与成员与其他成员之间有更多共同的关注点,并不一定说明参与者人云亦云,需结合关键词前提者来具体分析;差异性程度排名靠前说明发言人在本次研讨参与人员中与其他成员相比有更多的与众不同的关注点,发散型思考正是鼓励贡献更多不同的创意,展现出对问题思考的不同视角。不过具体的分析与解释需要考虑具体的研讨主题和研讨过程。排序从某种程度上也反映发言人在发言过程的“地位”,而这也与发言人的知识专长密切相关。

(三) 通过 Web 文本挖掘技术,为香山科学会议各种用户提供帮助

GAE-BAR 中的信息视图可满足研讨参与人员信息搜索的一般需求, AIS-GAE 通过应用 Web 文本挖掘技术,实现了针对香山科学会议本身的信息搜索引擎,并具有信息推送功能。AIS-GAE 可独立工作,旨在为更多的人员,尤其是香山科学会议相关用户(如与会专家、会议申请人员、评审专家、会议组织者等)满足更多的信息需求。对于与会专家、会议组织者、会议协调人员、评议专家乃至理事会负责人员,通过 AIS 搜索可获取以往相关会议的详细信息,特别是一些相关专题在香山科学会议上讨论的历史记录。

图2是 AIS-GAE 的交互界面,类似于一般的搜索引擎。使用时,用户输入关键词,如“复杂”,或者由 GAE 中信息视图推送关键词,从而启动 search,搜索结果显示在搜索栏的下方,包括搜索结果的统计和按与设定关键词相关性的高低而排列的搜索到的文本,其中每一条信息显示了查找到的 URL 地址、文件标题、文件中评分最高的句子和察看文摘的链接。用户可根据各自需求与兴趣,结合文摘信息,选择



图2 关键词高亮显示的页面摘要

是否再细看。这样的搜索对了解关于“复杂”专题以往的研讨重点,申请与评议新的会议提供了一定帮助。它一定程度替代在香山科学会议网站上直接的搜索,帮助专家花费较少的时间掌握大量的信息。如评议人员在面对一个新的复杂系统与复杂科学的会议申请时,通过 AIS-GAE 搜索,总共查找到 87 个与“复杂”相关的香山科学会议网页。考察排列靠前的相关条目,第 4 条是 1994 年 6 月香山科学会议召开了一次题为“开放复杂巨系统方法论”会议的简要介绍,第 1、3、5 条都是关于 2004 年 5 月召开的题为“系统、控制与复杂性科学”的会议。单从文摘信息所反映的内容,说明了两次会议的侧重很不一样,1994 年的会议着重讨论研究复杂巨系统问题的方法论即综合集成方法论及其具体实践,而 2004 年的会议着重点在复杂系统与复杂性科学的多视角研究。查看摘要的链接指向按照原文 10% 的比率生成的摘要,

(五) 通过“关键词网络”考察特定领域的研究状况

图6是根据GAE-BAR有关“复杂”的研讨内容所呈现的关键词网络,即idea view。这个网络是全连通的,只有一个组元,有5个割点,分别是:“脑”、“系统科学”、“控制论”、“开放”和“复杂系统”。此处关键词割点可理解为不同关键词组之间的桥梁,即可视为这些会议研讨的核心点,或更进一步反映了研讨中各视角或者学科的交叉点,但并不代表只有5个学科交叉。对比一下GAE-BAR的关键词聚类分析,可体会不同的含义。目前的关键词聚类分析是在相关分析基础上按K-均值聚类。不同的聚类算法结果会有不同,也需要研究比较一些聚类算法。而这里割点是依据一个拓扑形式的网络而得到。一旦网络确定,割点即确定。也可做些互动式分析,如考虑网络的子群。图6是利用Ucinet软件(ver 6.59)中NetDraw功能(ver 1.38)子群计算的算法之一Newman-Girvan算法而得到有关关键词网络的7个子群,算法原理见文^[24]。选择子群数目为7是根据Newman所给出的最佳聚类的模块(modularity)函数在子群为7时取值最大而定。这样的分析对确定有关“复杂”研讨内容的一个恰当的视角数目有所帮助。



图6 复杂相关会议的关键词网络(有7个子群)

以上所介绍的这些利用各种挖掘技术而获取的信息可帮助香山科学会议评议人员、协调人员以及理事会负责人员客观审视与会人员组成,了解目前国内有关主题的研究力量的一些变迁和现状,为贯彻香山科学会议的宗旨、拓广科学前沿问题探讨的广度与深度、改进具体会议的人员配置等具有更加有意义的支持与帮助。

再次值得一提的是,本文举例的会议都已经开过,故GAE-BAR中研讨发言均来源于会议总结中所描述的报告题目或主要的问答、评论内容,关键词也由试验人员确定,自然一些现场的活跃因素很难表达出来,关键词的选定方面也不一定很准确。利用GAE所做的这样一个事后分析,已探测到超出一般会议总结的内容。有关虚拟引导员的示例可参见文^[16,17]。期望利用GAE提取专家发言和整个讨论所蕴涵的丰富信息,以促进对相关结果的理解与合理使用,如对参与成员的评判,一些先端科学方向的把握,政策性建议的形成,等等,并帮助组织与提高今后会议成效,激励创新。

三、结束语

本文介绍了立足于综合集成方法论特别是面向定性综合集成所研究、设计并实现的群体研讨环境GAE及其应用于香山科学会议的一些分析结果。定性综合集成的一个目标就是获得对复杂问题的大胆假设,而实际中群体研讨活动是一种常见的操作性强的技术路径,也可视为是一种合作型的问题求解方法。GAE首要目的就是支持合作型的群体研讨活动,更进一步,它通过GAE-BAR, AIS-GAE和iView-GAE等系列的工具提供了多种功能,尤其体现在:

通过可视化研讨结构扩展思维空间(直观化体现);

通过多种聚类方法力图对研讨内容(发言及关键词)进行总结,便于研讨人员的再加工;

给出研讨成员参与程度的评价。尽管目前的评测指标有待于完善,而评价本身的目标是建立一种积分机制,便于今后组织研讨活动挑选恰当的人选。如研讨需要突出集思广益,则可考虑选择差异度高、具有相关知识的人员参与,而不仅仅依赖单位的提名推荐;

通过虚拟引导员干预研讨进程,力求影响参与成员贡献更多的思想,提高会议产出;

通过Web文本挖掘技术为研讨提供积极的信息支持,特别是推送式的信息服务;

通过创意网络所体现的知识图进一步给出研讨议题的一种结构分析;等等。

审视GAE的功能,对照创造力模型、相关创造过程的基本任务及CSS的研究,除必备的信息收集功能外,GAE着重了“关联”功能的探索来支持以人为主的“创造”活动。作为利用计算机支持创造过程的研究,GAE乃至CSS主要针对创造过程中的某些步骤、环节来竭力发挥机器之长,克服人与机器交互方面的障碍,体现人机结合,以人为主的思维方式或者问题求解方式的优越性。对于综合集成方法论之以结构化的序列去逼近非结构化问题的求解模式,GAE通过各种方式探测“关联”信

息并可视化,展现演化的研讨过程,便于用户获取对各种支持结果的不同的领悟与见解,从而深入感知(perceive, aware)发散式问题研讨过程中群体互动的气氛(context),在这样的虚拟环境中展开丰富联想而达到思如泉涌的状态,为探索过程理性提供了一定的帮助。

目前 GAE 的功能仍很粗糙,需要进行更多的试验来验证不断研究而提炼的一些假设与概念模型,也需要综合一套完善的理论框架来系统诠释集智慧之大成及计算机支持的机理。考虑各种需求, GAE 的功能将不断丰富,而深入的改进即为了更多地探索过程理性,寻求相关机理。此外, GAE 也通过对收敛型群体思考的支持,如 NG 方法等来进一步提升支持群体活动的水平。

GAE 研究汲取了多种学科,如系统科学、知识科学(包括知识管理)、综合集成与复杂系统、复杂网络、社会网络等等的最新研究进展,并与一些研究相互借鉴,目前致力于扩展 iView 功能,即要考虑对照 GAE-BAR 中的发言人—关键词可视化关联,将关键词网络或者发言网络(根据引用关键词而构成的有向网络)与人际网络叠加成为一个复合网络,根据复合网络探测参与成员实际技能,或者结合时间演化考察研讨过程中关注点的迁移,这方面国际上也有类似的研究,如德国学者提出的 skillMap^[24]和日本学者首创的 Chance Discovery^[25],不过各自的出发点不同,设计与实现原理也有差异。此外,目前 GAE 研究尽管注重对研讨过程的支持,但并不能完全超越研讨进程,如对研讨结果给出某种程度的预测,或者对研讨过程提供更积极的信息支持,如根据某些 idea 而利用一些集成的模型给出一些定量计算或者仿真结果。文^[21]已经开展了动态网络的研究。对于特定的支持对象,引入这样的研究可驱使 GAE 走向支持定性—定量相结合的综合集成。

本文所介绍的群体研讨环境(GAE)由作者及研究生自 2001 年秋历经 5 年的系统研究、自主设计研发,其中具体编程工作由研究生承担。在此向参与其中研究的同学们,特别是刘怡君、张文表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] 唐锡晋: Towards Meta-Synthetic Support to Unstructured Problem Solving. In: Chen G Y, Cheng T C & Gu J F eds. Systems Science and Systems Engineering (proceedings of the 4th International Conference on Systems Science and Systems Engineering). Hong Kong: Global Link Publisher, November, 2003, 203-209
- [2] 戴汝为: 系统科学与思维科学交叉发展的硕果——大成智慧工程. 系统工程理论与实践, 2002, 22(5): 8-11
- [3] 于景元, 周晓纪: 从定性到定量综合集成方法的实现和应用. 系统工程理论与实践, 2002, 22(10): 26-32
- [4] 国家自然科学基金重大项目子课题“支持宏观经济决策综合集成方法体系与系统学研究”

钱学森系统科学思想研究

(79990583)研究报告, 2004 年 7 月

- [5] 刘怡君, 唐锡晋: 几种有关创造力的思维模型和支持工具介绍. 系统工程理论与实践, 2005, 25(2): 56-61
- [6] Shneiderman, B. Creativity Support Tools. Communications of the ACM, 2002, 45(10): 116-120
- [7] Greene, S. Characteristics of Applications that Support Creativity. Communications of the ACM, 2002, 45(10): 100-104
- [8] Herbjørnsen, O. S. Software Support for Creativity. Depth Study for TDT 4735 System Engineering, Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, November 28, 2003
- [9] 唐锡晋, 刘怡君: 从群体支持系统到创造力支持系统. 系统工程理论与实践, 2006, 26(5): 63-71
- [10] Burleson, W. Selker, T. Creativity and Interface (Introduction). Communications of the ACM, 2002, 45(10): 89-90
- [11] Mase, K, Sumi, Y, Nishimoto, K. Informal Conversation Environment for Collaborative Concept Formation. In: Ishida T eds. Community Computing: Collaboration over Global Information Networks. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1998, 165-205
- [12] 唐锡晋, 刘怡君: Exploring Computerized Support for Group Argumentation for Idea Generation. In Nakamori Y, et al. eds. The Proceedings of the 5th International Conference on Knowledge and Systems Sciences. JAIST Press, November, 2004, 296-302
- [13] 刘怡君, 唐锡晋: Computerized Collaborative Support for Enhancing Human's Creativity for Networked Community. Internet and Network Economics (Proceedings of WINE 2005, X. Deng & Y. Ye eds.), LNCS 3828, Springer-Verlag, December, 2005, 545-553
- [14] 张文: 基于 Web 文本挖掘的信息支持工具及其应用. 硕士学位论文, 中国科学院数学与系统科学研究院, 2006 年 6 月
- [15] 唐锡晋, 刘怡君: Computerized Support for Qualitative Meta-synthesis as Perspective Development for Complex Problem Solving, Creativity and Innovation in Decision Making and Decision Support (proceedings of IFIP WG 8.3 International Conference on Creativity and Innovation in Decision Making and Decision Support, F. Adam, et al. eds.), Vol. 1, Decision Support Press, June, 2006, 432-448
- [16] 唐锡晋, 刘怡君, 张文: Computerized Support for Idea Generation during Knowledge Creating Process, Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems (proceedings of KES' 2005, Part IV, R. Khosla, R. J. Howlett, and L. C. Jain eds.), LNAI 3684, Springer-Verlag, September, 2005, 437-443
- [17] 刘怡君: 创造力支持系统研究. 博士学位论文, 中国科学院数学与系统科学研究院, 2006 年 5 月
- [18] Newman, M E J, Girvan M. Finding and Evaluating Community Structure in Networks. Physical Review E, 2004, 69, 026113

- [19] Meyer, B, Spiekermann, S, Hertlein, M. skillMap: Identification of parallel developments and of Communities of Practice in distributed organizations. In Gu, J F, Chroust, G. eds. Proceedings of the First World Congress of the International Federation for Systems Research (IFSR2005), JAIST Press, Japan, November, 2005, No. 2005, 3
- [20] Ohsawa, Y, McBurney, P. eds. Chance Discovery, Springer, 2003
- [21] Carley, K M, et al. Destabilizing Dynamic Covert Networks. In Proceedings of the 8th International Command and Control Research and Technology Symposium. Conference held at the National Defense War College, Washington DC, 2003. downloaded from <http://www.sandia.gov/ACG/documents/papers/carley-2003-destabilizing.pdf>