

支持科学决策和咨询的技术——思维系统工程

戴汝为

(中国科学院自动化研究所 复杂系统与智能科学重点实验室, 北京 100080)

[摘要] 思维科学及思维系统工程的研究, 可为科学决策和咨询提供理论基础与技术支持。建立和启动一个开放的思维巨系统——思维系统工程, 是一项崭新的工程技术。论述了社会思维与群体智慧; 综合集成研讨厅的框架结构及技术构件; 基于 internet 的综合集成研讨厅实例。

[关键词] 科学决策; 思维科学; 社会思维; 群体智慧

[中图分类号] C93/94; N94 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)01-0017-04

党和政府提出了“以人为本、全面协调可持续发展的科学发展观”, 并强调能否落实好科学发展观, 直接关系到我国能否抓住机遇实现中华民族的伟大复兴。同时指出, 落实科学发展观是一项系统工程, 不仅涉及经济社会发展的方方面面, 而且涉及经济活动、社会活动和自然界的复杂关系, 涉及人与经济社会环境、自然环境的相互作用。摆在我们面前的任务, 不仅是要从科学理论上进一步明确科学发展观的内涵, 对科学发展观进行周密的科学诠释; 同时在落实科学发展观面临的各项决策问题上, 更需要寻求处理和解决科学决策的技术和工程手段。

科学决策涉及众多学科, 国际上对于管理决策科学及实验经济学的研究, 由诺贝尔奖的授予代表了一种时代学术潮流, 也是认知心理学应用的重要方面。我们坚持“以人为本”, 参与决策的多方面专家作为群体, 决策过程就是人的思维运用及其创新。因而思维科学及思维系统工程的研究, 就可为科学决策和咨询提供理论基础和支持技术^[1]。

1 思维科学与思维系统工程

1.1 思维学与思维的分类

思维与智能是人类智慧探索过程中密不可分的

两个部分。阐明思维与智能的原理是自然科学与社会科学交叉的重大课题, 具有深远的意义。研究人的智能、动物的智能以及机器智能的学问在国外称为认知科学(cognitive science)。认知科学是认知心理、人工智能、脑科学、神经生理学、计算机科学、科学语言学和哲学等众多学科交叉的新兴领域。对于人的智能研究而言, 思维可以说是核心问题所在。

上世纪80年代, 钱学森先生积极倡导开展思维科学的研究, 先后发表了数篇重要论文和讲话^[2~5], 思维科学的研究在国内蓬勃开展起来。钱学森先生强调马克思主义哲学对这门学科的指导作用, 为了区别于认知科学, 采用思维科学这一名称, 并将 Noetic Science 作为思维科学的英文译名。思维科学可以划分为思维科学的基础科学——思维学; 思维科学的技术科学及思维科学的工程技术——思维系统工程。

思维有三种基本类型: 逻辑思维, 微观法; 形象思维, 宏观法; 创造思维, 微观与宏观相结合。人的创造需要把形象思维的结果再加以逻辑论证, 是两种思维的辩证统一, 是更高层次思维, 所以名为创造思维。创造思维才是智慧的源泉, 逻辑思维

[收稿日期] 2004-08-20

[作者简介] 戴汝为(1932-), 男, 云南昆明市人, 中国科学院院士, 中国科学院自动化研究所研究员, 博士生导师

和形象思维都是手段^[6]。

多年来,对逻辑思维方面的研究比较多;自上世纪70年代,复杂性、整体性、人与自然协调等重大问题不断出现,对形象思维、创造性思维的研究逐渐成为研究的热点。它们在认识事物、科学发现和技术发明中的作用,越来越受到国际、国内学者们的重视。中国学者从传统的整体观念和现实实践中总结出的“社会思维”,在我国的学术研究和实现咨询决策的科学化中正在发挥着日益重要的作用。

1.2 思维的系统观

系统科学在国内的发展与取得的成就众所周知。系统科学由三个层次组成:工程应用层次,具有代表性的是各种系统工程^[7];技术科学层次,其代表作是在国际上誉为经典著作的工程控制论;基础理论层次,是我国学者提出的开放的复杂巨系统及其方法论——综合集成法^[8]。

钱学森先生进一步提出思维的系统观^[9]:从思维的类型看,要解决一个课题,即使是比较简单的课题,单靠一种思维系统如抽象思维是不够的,至少要用形象思维与抽象思维的配合。所以解决一个课题的思维是更高层次的二阶思维系统;从思维的过程看,要能解决一个课题必须依靠各种知识和信息,而且要从思维过程的进展不断提供知识和信息,所以用系统科学的术语来表达,上述系统属于开放系统的范畴。

至于咨询和决策的工作,要解决的,要做出回答的已经不是单一的课题而是课题群,是互相关联的课题群。参加工作的也不是一个人、两个人,而是一个专家群体,有数十上百甚至更多的人。这样集体思维、也就是说社会思维显得极其重要了。

这种思维过程必然非常复杂,其规律比思维大系统还要大,用系统科学的术语来说,就是开放的思维巨系统。建立和启动这样一个开放的思维巨系统,将是一项崭新的工程技术——思维系统工程。

2 社会思维与群体智慧

社会思维是指人作为社会整体对客观现实的认识,它是在整个社会时间、社会关系的基础上,无数个人思维和各种群体思维交互作用、多元复合的观念体系^[10]。社会思维是人作为社会主体的整体思维,从思维主体范围的角度来看,社会思维包括个人思维和群体思维。群体思维是以若干思维个体

组成的群体作为思维主体形成系统的特有功能,从而产生单各个体所不能达到的整体思维能力^[11]。也可以说,群体思维就是在个体思维差异之合理配合的基础上,充分发挥各自优势,通过思维互补形成总体思维功能的思维方式。它能够综合个别主体之长,弥补个别主体之短,它既能形成一种个别主体所没有的新的认识能力,又能使群体中诸个体的认识能力得以扩大。如此反复促进,就形成了群体智慧,它给我们带来了新的扩大了的认识能力。

社会思维学认为,人的思维是集体的,人作为集体来进行思维,思维的主体不是个体而是集体;集体讨论是社会思维的主要形式,集体成员之间的相互对话、讨论、反驳、自省等都是激发群体及个体智慧的有效手段;民主集中制是社会思维的规律,在研讨中能互相启发、互相激励,从而使集体远胜过一个一个单独个体和不接触别人的简单综合。集体的智慧成果所形成的讨论结果或者决议体现了人进行集体思维的过程,成为集体思维的实现和群体智慧涌现的有效形式。

社会思维学的研究要遵循毛泽东的《实践论》解决面临的决策咨询等实际问题。就是要把有关专家群体、计算机系统及信息技术,以及互连网形成一个综合集成研讨厅,实施以人为主,人机结合,从定性到定量的探讨;充分发挥专家群体,集体讨论的整体优势,把专家的猜测、形象思维所得出的“泛化”等定性认识通过大量的信息与知识加以论证,上升到理性认识,并不断的进行新一轮的处理,由新的定性认识再上升为理论,这就是采用思维系统工程的办法来解决复杂的决策咨询问题。

3 综合集成研讨厅——一项思维系统工程

综合集成研讨厅的构思及理论框架是钱学森先生于1992年提出来的^[12]。在其后的3年中,笔者结合当时人工智能领域国际上在进行研制的一些著名的智能巨系统,就“封闭与开放”及研制过程、问题求解过程两方面加以分析,同时把这些系统的理论框架进行比较。从智能科学的角度,进行了具体研究,提出综合集成研讨厅属于开放的巨型智能范畴,并对其框架结构做了具体阐述^[13,14]。

3.1 研讨厅的框架构建^[15,16]

综合集成研讨厅由三个部分组成:专家体系、知识/信息体系和机器体系。其中:

1) 由参与研讨的专家组成的专家体系,是研讨厅的主体,是决策咨询求解任务的主要承担者,专家体系所发挥的“性智”,往往是问题求解的关键;

2) 由专家所使用的计算机软硬件以及研讨厅提供各种服务的服务器所组成的机器体系,它具有高性能的计算能力、数据运算和逻辑运算能力,为定量分析发挥重要作用;

3) 由各种形式的信息和知识组成知识/信息体系,包括与决策咨询相关领域的知识、信息,问题求解的知识、信息。

运用综合集成法,把这三个部分连接为一个整体,形成统一的、人机结合的巨型智能系统。这类智能系统构成的综合集成研讨厅是基于网络的智慧集成平台,同时也是基于社会思维的群体智慧涌现的平台,成为科学决策和咨询的工作平台。

3.2 研讨厅的技术构建^[17,18]

针对研讨厅实现过程中所要解决的主要问题:专家体系建设,不良思维模式的预防、纠正有效交互方式;机器体系建设中系统框架设计,功能模块和软件模块的分析综合,软件系统开发方法;知识/信息体系建设中定性知识和非结构化知识的表达与抽取,知识共享,信息获取和问题推荐等。以智能工程为核心的现代技术,解决了上述问题,完成了研讨厅的技术构建:

1) 综合集成研讨厅模型。采用类似语意句法模式识别的有向属性图描述,建立专家研讨过程中的模型,为扩展研讨厅系统和定量分析及研讨过程可视化提供了工具。

2) 基于 WWW 广义专家与协作推荐技术,使研讨厅的讨论成果不仅是若干个人类专家智慧的集结,还体现了数以百万计网民群体的智慧。

3) 以交互管理理论制定研讨组织方法,针对群体思维的散发性及复杂问题求解过程,分别提出各研讨阶段的组织方法。

4) 群体智慧涌现及可视化,开发了描述群体智慧涌现过程的算法和可视化软件模块。

5) 从机器智能到人机结合的“群体智慧”。以人工智能的问题求解技术,面向 Agent 的系统开发方法进行综合集成。

6) 可视化的模型集成工具,实现“所见即所得”。

3.3 基于 Internet 的综合集成研讨厅实例^[19]

通过 5 年多的研究,开发出 3 个研讨厅的版

本。最后采用一个代码同时运行于服务器客户端的混合体系结构。客户端代码主要以 Java 小程序的形式,实现操作界面、响应时间等客户端的特殊功能;服务器端包括 sametime 服务器和模型服务、资源服务以及数据库服务、用户管理等功能。

这种研讨厅系统具有信息技术综合利用的特点和较强的可操作性。表现在:

3.3.1 人机结合以人为主 系统以人为中心提供各种不同的应用手段,让使用者更加回归到现实社会人和人的交流中,形成“人机分工、各取所长、以人为主、人机一体”的人机智能系统。该系统采用无线网络技术和多种输入方式,研究终端可自由移动,使专家之间“自如探讨”。

3.3.2 面向网络 采用最新通讯方式,提供基于 Web 协同工作平台。面向 Internet,世界上任何地点的人们,都可以通过 Internet 实现实时的文本、数据、语音、视频交流。只要授权,在任何地点、任何时间有研讨需要的一切企业、机关、单位等,都可参与实时交流、沟通和问题探讨。

3.3.3 资源共享 系统中可共享文档、数据、图表等显性知识;通过研讨共享存在于人的大脑里的隐性知识。

3.3.4 实时跨平台协作 研讨厅的成功之路从 Windows 延伸到 Mac、SunOS 和 Linux,并将继续向更多平台前进。实时协作、同步研讨,做到“研讨厅无处不在”,改善了 Internet 在全体会议、决策和资源共享等方面的缺陷。

3.3.5 多媒体接口设计 可使用即时语音交流、手写汉字识别、指纹识别、视频会议等多媒体手段,方便研讨,激化思维,引导深入。

3.3.6 严格安全管理 基于 IBM 的 sametime 安全服务,整合专家注册、登陆管理、指纹识别、保证系统安全运行。

3.3.7 结合知识管理 体现知识生产与服务,实现“民主集中”工作空间,通过专家体系、知识体系与机器体系所构成的本系统发挥综合优势来实现对设定问题的研讨过程。

这种以 Internet 为载体的分布式综合集成研讨厅,实现了人机结合与综合集成方法的具体化,运用现代信息技术使其具有可操作性,所以具有科学决策与咨询的实用前景。针对不同领域和不同决策需要,更换专家系统,改变设定目标,进行软件修改,即可实际应用。现在一种用于支持经济决策的

综合集成研讨厅版本已经推出，正在逐步推广。我们将更加努力，为尽快完善综合集成研讨厅体系做出应有的贡献！

参考文献

- [1] 戴汝为. 钱学森论大成智慧工程 [J]. 中国工程科学, 2001, 3 (12): 14~20
- [2] 钱学森. 自然辩证法思维科学和人的潜力 [J]. 哲学研究, 1980, (4):
- [3] 钱学森. 系统科学思维科学与人体科学 [J]. 自然杂志, 1981, (1):
- [4] 钱学森. 关于思维科学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1986
- [5] 钱学森. 开展思维科学的研究 [J]. 自然杂志, 1983, (8)
- [6] 钱学森. 钱学森致戴汝为信件 [A]. 思维科学研究 [M]. 北京: 人民大学出版社, 1999. 597~608
- [7] 钱学森, 许国志, 王寿云, 等. 组织管理的技术——系统工程 [A]. 论系统工程 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1988. 10~12
- [8] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. 自然杂志, 1990, 13 (1)
- [9] 戴汝为. 钱学森对系统科学思维科学的重大贡献 [A]. 宋健. 钱学森科学贡献暨学术思想研讨会论文集 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001. 54~58
- [10] 曾杰. 社会思维与新技术革命 [J]. 思维科学, 1985, (3): 88~96
- [11] 张育民. 关于社会思维学的几个重要范畴及其三大规律 [J]. 晋阳学刊 4, 1995
- [12] 王寿云, 于景元, 戴汝为, 等. 开放的复杂巨系统 [M]. 杭州: 浙江科技出版社, 1996. 278~279
- [13] 戴汝为, 王珏. 关于巨型智能系统的探讨 [J]. 自动化学报, 1993, 19 (6): 645~655
- [14] 戴汝为, 王珏, 田捷. 智能系统的综合集成 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1995
- [15] 操龙兵, 戴如为. 基于 Internet 的综合集成研讨厅体系结构研究 [J]. 计算机科学, 2002, 29 (6)
- [16] 操龙兵, 戴如为. 综合集成研讨厅软件体系结构 [J]. 软件学报, 2002, 13 (8)
- [17] 操龙兵, 戴如为. 面向 Agent 的开放巨型智能系统的处理机制 [J]. 模式识别与人工智能. 2002, 15 (3)
- [18] Cao Longbing, Dai Ruwei. Humen-cooputer cooperated information system based on multi-agents. acta automatica sinica, 2003, 29 (1): 86~94
- [19] 李耀东, 崔狭, 戴汝为. 综合集成研讨厅的理论框架设计与实现 [J]. 复杂系统与复杂性科学, 2004, 1 (1): 27~32

Technique for Supporting Scientific Decision and Consultation —Noetic System Engineering

Dai Ruwei

(Complex System and Intelligent Science Key Lab, Institute of Automation,
CAS, Beijing 100080, China)

[Abstract] Study on noetic science and noetic system engineering can provide and technical support for scientific decision and consultation. Establishing and initiating an open giant noetic system, the noetic system engineering, is a brand-new engineering. The paper describes social thinking and collective wisdom, the frame structure and technical pattern of hall for workshop of metasynthetic engineering, as well as the Internet-based living example of the hall for workshop of metasynthetic engineering.

[Key words] scientific decision; noetic science; social thinking; collective wisdom