

专家论坛

对综合集成研究发展的认识和相关研究^{*}

唐锡晋

(中国科学院系统所 100080)

摘 要:本文简要介绍综合集成方法研究中一些调查结果和研究思考,以及根据这些思考进行的若干研究。

关键词:综合集成 决策支持系统 知识创造 模型集成

1 引 言

随着系统工程应用范围的扩大,所要处理的对象越来越复杂,在系统思考和实践的反思中人们逐渐认识到还原论方法在处理这些复杂问题上的局限性,系统思想得到了重视。系统科学的思想、理论和系统工程的方法得到了深入的研究。自 20 世纪 70 年代起,西方学者提出了软运筹学与软系统工程的概念,并有了一批系统反思后的方法。平行于西方系统反思的浪潮,我国著名系统科学家钱学森教授与其合作者于 20 世纪 90 年代从系统的基本概念出发,提出了一种新的关于系统分类,并对其中开放复杂巨系统提出了“从定性到定量综合集成方法论”,1992 年又提出“综合集成研讨厅”的概念,强调充分利用信息技术的进步和革命。综合集成方法及其研讨厅体系,以后又称为“大成智慧工程”自提出之后,有关学者进行了研究,并尝试了研讨厅的实现,而目前正在进行的国家自然科学基金(NSFC)重大基金项目“支持宏观经济决策的人机结合的综合集成体系研究”则是将国内优势力量集中起来,对综合集成研讨厅进行深入研究。这次的尝试依托了自 20 世纪 90 年代以来互联网技术的进步,期望能够克服以往研究中因技术条件限制而导致设计的局限。在研究中,我们对复杂问题求解过程中所关注的“集成”与“综合”等有关专题进行了全面的调查和跟踪,发现近 10 年来,虽然名称不尽一致,但实质上都在走向综合集成,尤其在环境与可持续发展、经济、社会、医疗等领域复杂问题的研究。究其原因,各种领域处理复杂问题,因对问题认识的多种视角,需要综合各种分析方法、分析技术及实现、分析结果,综合不同的人(或群体)的判断与知识等。本文就近一年来的深入研究,融入最新综合的国际研究趋势,并介绍我们的若干研究。

2 国际上综合集成的相关研究

我们主要从复杂系统建模、决策支持系统、综合、集成等角度出发考察国际相关研究时,综合得到我们的一些观点。以下从两个方面来说明。

2.1 从综合与系统方法论的角度

文献[2]中已介绍了日本学术振兴会(JSPS)着眼于长远发展的“未来开拓学术研究”促进计划项目“综合的科学”和美国国家卫生研究院(NIH)下属机构资助的“定性综合集成的解析方法”,下面则是一个着重

^{*} 收稿日期:2003 - 05 - 13

模型集成的国际项目:

应急/危机管理 ENSEMBLE 项目(欧盟,2000-):项目以核泄漏、核废料问题为建模背景,研究在发生这些问题时的应急对策,如分析预测核泄漏时污染扩散状况,这便需要首先分析各国家/地区的情况(各国模型),然后对全区域进行综合。目前的成果是各地区将预测分析结果按约定发布到项目网站上,以供决策者跟踪并进行综合判断。

在人工智能领域,分布式 AI 和分布式专家系统的研究也涉及到专家知识综合的问题,其中有关专家知识的获取与综合手段大量采用了系统工程的一些方法,如 Delphi 方法等。以上进步都说明了面向复杂问题,系统科学方法的不可或缺及应用的必然趋势。特别是在问题求解时综合各种有效的方法或者理解认识问题综合不同视角时,需要不同领域的知识,而面向新问题时更需要各种智慧,即所谓“集知识和智慧之大成”,而这需要恰当的系统方法论为指导。为此钱学森教授提出创建系统学,并搭建了现代科学技术体系和知识体系。2001 年 European Journal of Operational Research (EJOR) 出版了一期专辑,讨论复杂社会问题的方法论。面向复杂问题,日本学者也提出了基于东方哲学的系统方法论,如 20 世纪 80 年代末榎木义一提出 Shinayakana 系统方法,在复杂系统建模时虽有定量模型,但注意了专家知识和专家判断的应用。20 世纪 90 年代末榎木的学生中森从事知识科学研究后,更强调与知识的融合以及人的结合,加强了定性调查研究和处理分析、模型与知识的集成,突出知识的创造,提出了 i - system 方法论(Intervention - “行”, Integration - “统”, Imagination - “想”, Intelligence - “理”, Involvement - “缘”)并以环境问题为背景进行了研究。我国学者也提出了一些系统方法论,如顾基发提出的“物理 - 事理 - 人理”(WSR)系统方法论。以上体现了综合集成与系统方法论融入知识创造在复杂问题研究上的走势,很多新问题需要创新的认识和处理方法才能获得满意的解决方案。

2.2 从决策支持系统发展趋势与面向知识创造的角度

从近年来决策支持系统(DSS)的发展上也能够看出综合集成的趋势和影响。2002 年 Decision Support Systems 出版了一期专辑,评述 DSS 发展问题,认为 DSS 的问题主要还是人的问题,包括认知上的局限(工具、系统、理论)、能力上的局限(大量信息与知识的处理)和相信专家(喜欢面谈)。对于今后发展主要是技术上的发展趋向,从“支持”与“系统”的角度则是分布式技术、专家系统、软计算和 Web - enabled 系统的应用,如智能 agent,虚拟团队等。而对“决策”,因人等诸多主观因素,所以有了一种共识:即决策已经变得更加多元化且少等级制的,决定更多基于研讨论辩(argumentative)和事实依据(evidential)而较少基于组织中的等级地位。Courtney 提出了基于新的 DSS 范式,从 Simon 决策的 4 段论转化为考虑多种视角的综合(Perspective Synthesis),视角包括技术(T)、组织(O)、人力(P)、道德与美学。值得一提的是前三种视角即采用了美国系统学者 Mitroff 和 Linston 教授提出的 TOP 系统方法(曾有 TOP 和 WSR 的比较),显然 TOP 并没有涵盖组织中主要视角,如 O、P 可以合为一种视角,还应有关于环境或者情景的视角,如 situational/ contextual。多种视角综合框架也从另一方面体现了对于 DSS 发展中群决策支持的新的更高的要求。

事实上,以往称为群决策支持系统(GDSS)在 20 世纪 90 年中后期已经演化为群支持系统了(GSS),这是因为群体工作中沟通与协作过程影响并决定着最终群体决策的制定,故协作技术等越来越成为 DSS 研究中的重点,出现了多种软件系统和 web - enabled 的系统,尤其应用于电子商务。若从传统的 DSS 数据 - 模型 - 知识 - 界面的架构看,各个方面也走向综合集成。“数据”如数据仓库和商务智能等;“模型”研究除了模型方法已从原来的模型管理过渡到模型集成,主要是面向问题和需求。笔者曾对模型集成进行了综述性研究,考察了主要流派,并概括了模型集成的三种实现方法:从上到下(Top - Down)、自下而上(Bottom - Up)和系统方法(Systemic Approach)。其中 T - D 方法将对象分成若干主要部分或模块,然后根据总框架进行集成,体现了分而治之的思想;B - U 方法有两种含义:分布式与分中心,将分散成熟的模型通过一定的方式汇聚集成以满足系统建模的需求;S - A 方法则提倡系统建模时站在更高一个层次,即是考虑多种视角,特别是行为因素等。如美军也认识到国防系统分析需要研究对国家意愿、决策优势等的度量,显然

已注意扩大系统分析所需关注的目标。长期以来 T - D 方法为主流,但现实中 B - U 方法早已被倡导,包括美国国家科学基金会,特别应用于对运行的专用模型系统改造并综合以满足当前需求,而不是完全抛弃已有的专用系统。分布式技术的发展有力地支持了该种观点。目前已有许多集成式建模环境产品支持系统建模和模型集成,如 DOME 和 Decision Net。其中 DOME 是由美国麻省理工学院 CAD 实验室开发的以 Internet 技术为基础的平台,用于模型集成,开始主要用于工业产品设计,近来用于研究环境问题,目前他们又提出了 World - Wide - Simulation - Web (WWSW),旨在进一步利用 DOME 整合模型资源。由美国 NPS 的 H. Bhargava, CMU 的 R. Krishnan 和德国 Humboldt 大学的 R. Muller 合作研发的 Decision Net 实际是 WWW 上一个决策技术的集市,用户在智能 Agent 引导下寻求合适的决策技术,按需建模。DecisionNet 旨在增进决策技术的可用性、可重用性和相互可操作性;早期用于作战模拟,目前主要在电子商务。可以看出 DOME 和 DecisionNet 一致的发展方向,尽管它们源起的应用领域不同。此外,他们早期的研究中有浓重的军工背景,由于具备综合集成的基础功能,成熟后则很顺利地转向了民用。

“知识”研究则体现在知识管理、知识转化与创造方面,已衍生出许多新的学科或专业方向,如知识科学、知识系统工程,出现了许多以“知识管理”为标签的软件产品。值得注意的是知识科学的研究中已被接受的是日本学者野中郁次郎所提出的有关组织知识创造的理论,它采用了 Polanyi 对知识显性(或言传型)和隐性(或意会型)的划分,构造了关于组织中知识的 4 种转化模式 SECI,即由隐性知识转向显性知识过程中分成共同化(socialization)、表出化(externalization)、结合化(combination)和内面化(internalization)等四个模式,在不同模式中可以采用不同的方法来帮助实现。野中等不认同对知识进行管理,因为管理意味着控制;认为应从 managing knowledge 变为 enabling knowledge 才能支持知识创造,并提出了有关组织知识创造实施的步骤和使能条件。他们认为其中最为关键的是需要的一个合适的“场”(Ba),以支持创造性思维过程;这个场既指有形的场(如会场),也指无形的场(如会议气氛、组织文化等)。英国的学者 Kidd 认为 Ba 就是 WSR 方法论中的人理(Ren - li)。日本 ATR 的研究人员作了一些研究,他们根据群体思考模型(个人思考模式 - 合作思考模式 - 协作思考模式),研究群体沟通和协作活动并实现了支持发散型思考和创意生成的一种 AIDE 工具,并推向先进通信环境的应用场合。当然 GSS 研究是一个丛林,像群件、CSCW(计算机支持协同工作)、CMC(计算机斡旋沟通系统),等等,我们在研究中更关注人机结合对群体知识创造支持的研究。

从以上分析来看,在近几年中,系统集成、系统方法论与决策支持系统中关于“知识”的研究日益综合在一起。通过即将结题的 NSFC 重大项目研究,笔者认为钱学森教授期望实现集智慧之大成的系统集成研讨厅,正是野中着重研究的一种知识创造场。由此研究并实现系统集成研讨厅雏形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。

3 系统集成研讨厅中的支持工具

3.1 支持知识创造的群思考工具

“从定性到定量综合集成法”一个简洁的概括就是“大胆假设,小心求证”。“大胆假设”实现定性综合集成。我们以群体思考模型为基础,设计并实现了一个人机合作环境下的智暴研讨室,其中群体成员对研讨议题各抒己见,通过发散型思考和群体成员的互动,而实现创意的生成。该工具实现了对群研讨信息的实时分析处理,而不像目前一般的群研讨工具对内容处理仅停留在信息组织的层面上。对研讨内容处理所得的初步分类信息通过归纳整理方法完成自动的分类,并生成相似表(本质上是自动 K 方法),从而完成对主题、观点的初步分类加工,旨在帮助处理非结构化问题时揭示其中的某些结构。另一方面也为深入进行概念提炼和学习处理提供了基础。

3.2 海军舰炮武器系统综合评价论证工具平台

这是一个着重于模型集成的研究。在中国科学院国防科技创新基金资助下,我们试图建造一个面向武器系统综合评价的通用平台,项目以海军舰炮武器系统为背景。目前已完成了基于 Web 的平台,实现了基于 ADC 方法的效能分析、VERT 风险分析和 AHP 综合评价等分析支持工具的分布式集成。用户可以通过浏览器使用平台上的资源。注册用户还可将自己的模型方法的应用挂靠在平台上。该平台类似 DecisionNet 的功能,尚需进一步完善。

4 结束语

本文简要介绍了笔者在对综合集成研究中的部分跟踪、观察、思考以及一些研究,对比近年来国际趋势,仍仅仅是初步进展。国内学者也有很多从各种角度进行的大力研究。值得一提的是,某些研究尽管提及了综合集成,但笔者感到本质上是技术集成、系统集成,与钱学森教授所倡导的集知识和智慧之大成有一定认识上的距离;尽管这些技术研究上有很多难题需要攻关,属于专业领域的研究热点。事实上,很多先进的技术的集成和实现本身极具探索型,它们为综合集成今后发展提供了更好的技术支撑和新的挑战。如在 DARPA 资助下的 Smart Dust 项目,被视为下一个像 Internet 对人类社会生活产生深刻影响的 DARPA 始发资助项目。我们目前的研究着重于支持知识创造的综合集成环境,这需要进一步研究群研讨、群思考和群决策的认知过程或者思维模型,研究支持群体知识创造的人机环境,更需要研究有效的知识创造群体的形成机理。回顾 DSS 发展,DSS 技术上的进步体现在系统方面或体现在支持程度及其表达。因技术的迅速发展,除了极具代表性的工作,早期技术很容易被摒弃,但 Simon 的决策框架始终被引用。系统方法论在 DSS 研究中的属于理论部分,深刻的系统方法论指导建立认知和决策模型。另一方面,随着通信技术的不断革命,我们也期望能够依托先进的适合群体沟通的通信环境进行尝试,如 mobile service,以具有应用上的前瞻性,并可探索便捷、及时的信息和知识获取方法以配合知识创造场的动态生成。

参考文献

- 1 于景元,涂元季. 从定性到定量综合集成方法 - 案例研究. 系统工程理论与实践,2002,22(5):1~7.
- 2 顾基发,唐锡晋. 有关综合集成研究的若干进展. 见:顾基发. 中国系统工程学会第12届年会论文集:西部开发与系统工程. 北京:海洋出版社,2002. 329~335.
- 3 顾基发,王浣尘,唐锡晋. 综合集成与复杂系统专辑. 系统工程学报,2001,16(5).
- 4 Bartnicki J et al. Scientific and Policy Oriented Applications of the Internet Tools Developed in the Frame of the ENSEMBLE Project. abstracts of 16th JISR - IIASA Workshop on Methodology and Tools for Complex System Modeling and Integrated Policy Assessment, 2002.
- 5 Turban E, Aronson J E. Decision Support Systems and Intelligent Systems (6e). Prentice Hall, 2001.
- 6 Detombe D J. Handling Complex Societal Problems. European Journal of Operations Research, 2001, 128(2): 227 - 458.
- 7 Nakamori Y. Knowledge management system toward sustainable society. Proceedings of International Symposium on knowledge and Systems Science: Challenges to Complexity, 2000, 57~64.
- 8 Carlsson C, Turban E. Introduction of Special Issue on DSS: Directions for the Next Decade. Decision Support Systems, 2002, 33(2): 105~110.
- 9 Courtney J F. Decision Making and Knowledge Management in Inquiring Organization: towards a New Decision - Making Paradigm for DSS. Decision Support Systems, 2001, 31(1): 17~38.
- 10 Shima J P, et al. Past, present, and future of Decision Support Technology. Decision Support Systems, 2002, 33(2): 111~126.
- 11 张最良. 20世纪90年代以来外国国防系统分析的发展. 军事运筹与系统工程,2002,(4):57~61.
- 12 杉山公造,永天晃也,下崎笃. 知识科学. 日本:纪伊国屋书店,2002.
- 13 Krogh G V, Ichijo K, Nonaka I. Enabling Knowledge Creation. Oxford University Press, 2000.
- 14 Nonaka I, Nishiguchi T. Knowledge, Ba and Care, in Knowledge Emergence. Oxford University Press, 2001. 13 - 52.
- 15 唐锡晋. 模型集成. 系统工程学报,2001,16(5):322~329.