

区域可持续发展 DSS 的几个 关键技术问题探讨^{*}

王黎明

(中国科学院地理研究所区域可持续发展机理与调控开放实验室, 北京 100101)

摘 要 决策支持系统 (DSS) 是多项计算机技术的综合运用。文章探讨了分布式网络技术、定性定量相结合的模型管理技术、定性推理与模糊决策技术、信息融合技术、综合集成技术、研讨技术等区域可持续发展决策支持系统中的应用, 提出虚拟化区域可持续发展决策支持系统 (V-DSS) 的工作模式, 并探讨了 V-DSS 在中国沿海地区的应用。

关键词 决策支持系统 关键技术 区域可持续发展

1 问题的提出

区域可持续发展决策支持系统 (DSS) 是辅助专家群体求解区域可持续发展决策问题的计算机支撑环境。随着计算机技术的发展, 决策支持系统越来越强调多项计算机技术的综合应用。特别是分布式网络技术、定性定量相结合的模型管理技术、定性推理与模糊决策技术、信息融合技术、综合集成技术、人在回路中的研讨技术等对决策支持系统产生了很大影响, 使传统的基于单台计算机的决策支持系统工作模式向群决策支持系统 (Group Decision Supporting System, GDSS)、组织决策支持系统 (Organization Decision Supporting System, ODSS)、智能决策支持系统 (Intelligent Decision Supporting System, IDSS)、集成式决策支持系统 (Integrated Decision Supporting System, IDSS) 等发展。本文结合区域可持续发展决策问题的基本特征, 探讨区域可持续发展决策支持系统的几项关键技术, 并对决策支持系统的工作模式进行了探讨, 提出了我国沿海地区可持续发展决策支持系统建设的新思路。

2 区域可持续发展决策支持系统的几项关键技术

2.1 网络技术在决策支持系统中的应用

一个复杂的区域可持续发展决策问题需要大量的数据资料支持, 同时也需要多个决策分析人员 (即专家群体) 参与决策分析。在通常情况下, 这些数据资料与专家群体在空间上并不集中在一个地点, 而是具有分布化特征, 包括空间上 (物理上) 的分布化和功能上的分布化。空间上的分布化是指决策所依据的数据资料以及决策分析人员在空间上分布于

^{*} 中国科学院重点项目 (KZ952-S1-211) 及中科院地理所青年专项基金项目成果

来稿日期: 1998-12

不同地点的不同部门。功能上的分布化是指不同部门掌握的数据资料往往只侧重于某一方面,参与决策分析的个人也只有一个复杂的区域可持续发展决策问题的某些方面熟悉。传统的决策支持系统建立于单台计算机上,由单台计算机完成全部工作任务。这样的工作模式存在很大的局限性,不仅要求在一台计算机上建立起完善的数据库、模型库和知识库,而且对决策支持系统的应用也处于相对孤立的状态,妨碍了数据库、模型库和知识库的更新,也不利于决策者群体智慧的发挥,从而降低了决策支持系统的效率。将决策支持系统建立在计算机网络环境上,可以大大地提高决策支持系统的效率。基于网络技术的决策支持系统可允许由处于不同地点的多个数据库构成一个分布式数据库系统,也可以允许参与决策分析的专家在不同地点的不同计算机上协同工作,并共享系统及其他专家提供的查询、仿真、运算等资源,使决策过程得到充分的信息支持。

根据决策支持系统网络的应用模式,可采用如下三种网络结构。(1)集中式决策模式与局域网结构。当决策分析以集中方式进行,即将参与决策的专家集中在某一地点(如某一单位、甚至某一会议室)展开决策时,决策支持系统可建立在局域网上。因局域网连接结构简单,所以网络管理也易于实施。(2)分布式决策模式与广域网结构。当参与决策分析的专家们处于分散的地理位置上,可利用广域网把这些专家和可共享的资源联系起来。这样,可以在不同的地区、国家、甚至国际范围内组织决策分析活动。(3)多决策支持系统协同模式与网际网结构。当一个决策问题涉及到多个领域的专家决策时,需要多个领域内的决策支持系统协同工作,针对研究问题展开群组决策分析活动之间的合作。这时的网络呈现出网络与网络的连接,即网际网结构。

2.2 定性定量相结合的模型管理技术在决策支持系统中的应用

区域可持续发展决策问题具有很强的非结构化特征,必须将定量模型与定性模型结合起来综合应用,这就给模型管理技术提出了很高的要求。定量与定性结合不仅仅要求模型库中既要建立定性模型,又要建立定量模型,而且要求根据求解的区域可持续发展问题的性质,对模型进行重组以构造复合模型。模型组合包括定量模型和定量模型的组合,定性模型与定量模型的组合,定性模型与定性模型的组合三类。模型重组的关键是建立各子模型的逻辑联接关系。可以设计图形界面,用户用图形符号(点、线、方框等)的相互连接来表示这种逻辑联接关系,并可通过箭头来实现两个模型输入、输出参数的联接。构造复合模型时要保证模型逻辑联接合法,即模型进行逻辑联接时,参数的类型要匹配,各子模型之间存在循环信赖关系,定性和定量模型的定量值和定性值能相互转换。模型重组可采取由系统自动完成模型重组或在系统开发者的帮助下完成模型重组。在系统开发的早期阶段,一般主要采取模型构造者与计算机结合的人机协同式模型重组方法,这是因为各种模型来自不同的开发者,没有统一规范,模型库的规范工作比较困难。随着系统应用的不断成熟,逐渐更多地由系统自动完成模型重组。

2.3 定性推理与模糊决策技术在决策支持系统中的应用

高层次的区域可持续发展决策问题本质上属于宏观的定性问题。这是由于区域系统是一个开放的复杂巨系统,影响区域发展的因素众多,区域可持续发展决策问题的结构性较差,往往具有不精确性和不确定性。尽管传统的解决方法可以将这种不精确、不确定的问题通过建立数学模型来模拟,如使用统计、概率等数学方法实现。但这种模拟需要众多的假设和近似,忽略问题中可能出现的不精确性和不确定性,使最终模拟结果与实际差别很

大。因此,传统的定量模型常常应用于局部问题的分析,而对于宏观的区域决策问题,定性推理和模糊决策是两种很重要的手段。

定性推理是一种如何利用较少的数据资料,以得出一些有益的分析结果的方法。在区域决策中,经常会遇到支持决策分析的环境知识和信息量比较少,难以建立精确的数学模型;同时,对决策目标的要求比较粗,只需要决策者作出是与非的决策,因此没有建立精确数学模型的必要。这时,可以忽略问题中可能出现的不精确性和不确定性,而借助于以各种规范、准则为基础的定性推理来进行简单的决策。

由于定性推理只能给出问题中各种因素之间的某种依赖关系,如因果关系,同时,定性推理中使用的知识是基于经典逻辑的,对不精确、不确定的问题表达能力较差。为此,计算机专家将模糊逻辑的概念和方法引入到决策支持系统中,产生了模糊决策的概念。模糊决策是将模糊技术应用到决策过程中,使用模糊事实、模糊规则来描述决策过程中存在的不确定性和不准确性,使用模糊推理技术获得决策候选方案,使用模糊综合评判以获得最佳决策方案。定性推理和模糊决策是两个求解定性问题的有效方法。定性推理简单易懂,可以作为决策的前期分析工具;模糊决策理论较深,结论正确性高。在决策过程中需要将这两种方法结合使用。

2.4 信息融合技术在决策支持系统中的应用

区域可持续发展决策问题所涉及的信息十分庞大和复杂,表现在以下几个方面:(1)信息源多且数据量大。信息源存在于不同地点的不同部门,如土地部门掌握土地资料,环境保护部门掌握环境保护资料;(2)信息的形式多样,除数据(如统计数据)、文字资料(如研究报告)外,还有图像(如卫星遥感图像)、图形、声音资料等;(3)各种信息源信息的准确性、完整程度、一致性参差不齐,甚至存在自相矛盾的地方,特别是统计资料中存在的不可避免的虚报等信息。上述特点使信息的获取、处理与综合更加复杂。因此,需要高速度、大容量、高精度的信息融合技术来分析、估计和校准这些信息,利用这些信息正确反映实际状况。所谓信息融合技术是指协同利用多源信息,以获得对事物更客观、更本质认识的信息综合处理技术。经过融合的信息,比直接从各信息源得到的信息更简洁、更少冗余、更有用途。

信息融合的基本功能是相关、估计和识别。它涉及多方面理论和技术,如相关分析、估计技术、模式识别、聚类分析、最优化技术、分布式数据库技术、不确定性理论、神经网络和人工智能等。信息融合是决策分析的重要基础性工作。按信息抽象程度不同,融合分为三个层次:原始数据融合、目标级融合和决策级融合。原始数据融合是在采集到的原始信息层次上进行融合,它的优点是保持了尽可能多的信息,缺点是信息量大,所需的处理时间长,实时性差。目标级信息融合是利用从信息源的原始信息中提取的特征信息进行综合分析和处理。其优点是实现了可观的信息压缩,有利于实时处理,并且由于所提取的特征直接与决策分析相关,因此融合结果最大限度地给出了决策分析所需的特征信息。决策级信息融合是在高层次进行的,必须从具体决策问题的需求出发,充分利用目标级融合所提取的各类特征信息,采用适宜的融合技术来实现。决策级融合是三级融合的最终结果,直接面对决策目标,融合结果直接影响决策水平。

2.5 综合集成技术在决策支持系统中的应用

综合集成法(Metasynthetic Engineering)是钱学森针对解决复杂巨系统问题提出的研

究方法^[1]。从技术的角度来看, 系统集成一般来讲主要包括两大方面的内容, 即系统综合和资源集成。

系统综合是相对于系统分析而言。对于区域经济—社会—自然复合系统问题, 首先需要将其按照递阶层次结构分解为众多的子系统并对各子系统进行分析, 如人口子系统、资源子系统、环境子系统、社会经济子系统等。系统综合便是将各子系统分析的结果进行综合, 以求全面反映整个复杂巨系统的特征或行为。

资源集成的核心思想是尽可能地运用人类拥有的全部知识与工具去解决客观问题。一般而言, 资源集成的对象包括两大部分, 即知识和工具, 前者可称为知识集成, 后者可称为系统集成。从系统和软件设计的角度, 决策支持系统实质上就是一个系统集成问题, 即设计一种优化的软硬件系统结构, 使信息、模型、资源和专家群体有机地联结在一起。资源集成的关键是制定统一的标准和规范。

2.6 人在回路中的研讨技术在决策支持系统中的应用

区域可持续发展决策是一个智能水平非常高的活动, 从科学技术目前发展来看, 任何计算机应用系统都不能完全代替经验丰富的专家群体。因此, 许多学者提出人在回路中 (man in the loop) 的思想^[2]。研讨技术正是研究如何为专家群体提供一种结构化、规范化和灵活的论坛, 并为其提供信息和工具支持 (即模型或方法), 使其把各种经验知识和观点结合起来处理实际问题, 使知识和经验获得最大限度的发挥, 进而提高集成系统的智能化水平。

3 区域可持续发展决策支持系统工作模式与应用探讨

引入上述多种技术特别是网络技术后, 区域可持续发展决策支持系统的工作模式已同基于单台计算机的决策支持系统的工作模式发生了很大变化。研究者先后提出了群决策支持系统、智能决策支持系统、集成式决策支持系统等概念。这些概念往往只侧重于某项或某几项计算机技术的应用。如群决策支持系统强调分布式网络技术的应用, 智能决策支持系统强调人工智能的应用等。区域可持续发展决策问题的复杂性, 强调多种计算机技术的综合应用。本文特提出虚拟化决策支持系统 (Virtual DSS, 简记 V-DSS) 工作模式的概念。

所谓虚拟化决策支持系统是指在一个分布式的、利用各种连接手段建立起来的物理网络上, 建构一个逻辑上的虚拟网络。利用虚拟化决策支持系统参与决策分析的专家群体在空间上可以分布在不同地点的计算机前, 但借助计算机网络彼此间可以相互交换信息, 对某些问题进行研讨, 如同工作在一个“决策室”或“决策厅”, 只不过并非现实存在的“室”“厅”, 而是虚拟的。

提出虚拟化决策支持系统概念有以下主要的理由。(1) 决策支持系统的虚拟化可以大大地节约建设成本和建设周期。如果建立一个物理意义上的系统, 需要的投资是相当可观的。而虚拟化的决策支持系统可以依托现已建立起来的物理网络, 通过组织相关部门, 合理分工, 便可建立起来一个逻辑上虚拟的决策支持系统。(2) 虚拟化决策支持系统可以保持系统的高度开放性。由于 Internet 是开放系统的典范, 决策支持系统可参照 Internet 模式建设。系统的开放性还表现在网络中结点是动态变化的, 大部分结点的网络关系可以是短暂的, 决策分析结束即脱离系统, 因此决策支持系统的网络结构是完全开放的。(3) 决策

支持系统可以保持高度灵活性。虚拟化的决策支持系统实际上是根据一定的决策分析问题而临时组织起来的虚拟网络。根据决策问题的性质可以灵活地增加或减少参与决策分析的部门,或调整相互之间的分工模式。

根据虚拟化决策支持系统的构想,我们可以选择我国计算机网络发展迅速的省区,依托现有的物理网络建立起跨省区的决策支持系统。如建立虚拟化的中国沿海地区可持续发展决策支持系统,不仅在现实应用上是迫切需要的,而且在技术上也是完全可行的。

从应用的角度来看,我国沿海地区(含京、津、辽、冀、鲁、苏、沪、浙、闽、粤、桂、琼 12 个省、市、自治区)改革开放以来,在加速工业化进程方面取得了举世瞩目的成就,现已成为世界上发展最快和最具经济活力的地区之一。但是,在沿海地区跨世纪经济社会发展中也面临着一系列重大问题。例如,如何实现经济增长方式的两个根本性转变,产业结构的升级转换,能源、原材料短缺,水土资源与生态环境的巨大压力,流动人口急剧增长与区域发展差距的加大等等。这些问题如不很好地加以解决,将直接影响到今后 20~30 年东部沿海地区可持续发展目标的实现。如果建立传统的基于单台计算机的决策支持系统来解决这样一个跨省区的区域可持续发展问题,不仅仅数据的收集是一个庞大的工程,而且更为重要的是数据的更新困难很大,难以保证决策支持系统分析结果的时效性。因此,依托现有的计算机物理网络,构筑一个逻辑上虚拟的决策支持系统网络,就显得十分迫切。从技术的角度来看,决策支持系统可以依托现有的中国教育网、科学网、金桥网,组织相关的科研、教育单位。建立在网络上的决策支持系统可采用浏览器作为决策支持系统应用的客户端界面,也可根据 Internet 相关标准开发。浏览器的普及和易用性将带来决策支持系统的易用性,也可极大地改善了资源的可集成性、互操作性和分布访问能力。网络的动态管理也得到简化。从当前东部沿海地区计算机网络发展现状来看,各省、市、自治区的主要大学、研究单位、主要政府部门都已上网。决策支持系统网络由不同层次的网络结点联接而成,需要建立一个总的控制结点,在每一个省、市、自治区选择一个大学、科研单位或政府机构建立一个二级结点,在省、市、自治区范围内确立若干更次一级结点。在决策支持系统网络控制结点设置资源目录服务,而所有决策系统结点都通过访问网络控制结点获得资源的定位标记,从而方便地形成访问关系。

参 考 文 献

- 1 钱学森 论地理科学 浙江教育出版社, 1994
- 2 胡晓惠 从定性到定量综合集成研讨会 计算机世界, 1997(18).

作 者 简 介

王黎明, 博士、副研究员。1984 年于西南师大获学士学位, 1989 年于华东师大获硕士学位, 1995 年于中科院地理所获博士学位, 1995 年至 1997 年于南京大学作博士后研究, 现在中科院地理所工作。近期主要从事区域可持续发展、区域模拟等领域研究, 发表有《区域可持续发展——基于人地关系地域系统的视角》等论著。

A STUDY ON SOME KEY TECHNOLOGIES OF THE DSS OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Wang Liming

(*Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geography, CAS, Beijing 100101*)

Abstract

The regional sustainable development decision-making supporting system (RSD-DSS) is a computer-based technology supporting environment for the group of decision-makers to resolve regional sustainable development problems. The main trend of the RSD-DSS is to emphasize on the combination of new computer technologies. This paper analyzes the following key technologies applied in RSD-DSS: distributed network technology, management technology for qualitative model base and quantitative model base, information interinfiltrate technology, metasynthetic engineering technology, qualitative reasoning technology and fuzzy decision-making technology.

The pattern of RSD-DSS based on the distributed network is different from that based on single computer. The author puts forward a new kind of RSD-DSS, the Virtual DSS (V-DSS). It is a logical network built on the physical network. Due to the virtual feature, the establishment of the V-DSS will cost less investment than that of the physical network. The V-DSS can be constructed as an open system according to the standards of Internet, a typical open system. The V-DSS can keep high flexibility: the participant of V-DSS can be changeable according to the problems of the regional sustainable development decision-making.

It is very urgent to set up the DSS of regional sustainable development in China's coastal areas. Since the economy reform in 1978, great progresses of economy and society development have been made in those areas. However, there are also many problems that reduce the capacity of regional sustainable development of them, such as population problem, resource problem, environment problem and development problem. In order to resolve such multi-regional problems, the author suggests that the V-DSS be put into use in the regions.

Key words DSS, key technologies, regional sustainable development