

文章编号: 1007-4619 (2000) 03-0239-06

空间决策支持系统开发平台及其应用实例

阎守邕¹, 陈文伟²

(1. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101, 2. 国防科技大学 系统工程与数学系, 湖南 长沙 410073)

摘要: 空间决策支持系统(Spatial Decision Support System SDSS)作为在地理信息系统(GIS)和决策支持系统(DSS)基础上发展起来的一个新兴科学技术领域,自本世纪80年代中后期以来,在国内外已引起越来越广泛的关注与重视。通过大量文献的分析表明:对这种系统目前尚有许多不同的理解和认识。作者认为只有那些能够帮助决策者生成、比较和选择空间决策方案的信息系统才能纳入SDSS的范畴。这种系统就其功能特点不同而言,可以分成3个密切相关的技术层次或类型,即SDSS开发平台、专用工具和应用系统。主要讨论与空间决策支持系统开发平台有关的问题,包括SDSS的分类体系及其开发平台的地位、技术构成与运作模式以及在这种平台支持下的实例应用系统,即中国农业投资空间决策支持系统的生成过程等内容。

关键词: 空间决策支持系统;地理信息系统;开发平台;专用工具;应用系统

中图分类号: TP79/TP393 **文献标识码:** A

1 引言

从目前大多数GIS的情况来看,它们尚停留在空间数据获取、存储、查询、分析、显示、制图、制表的水平上,缺少对复杂空间问题决策的有效支持能力,很难满足各级决策者的需要^[1]。这样,自本世纪80年代中后期以来,空间决策支持系统(Spatial Decision Support System, SDSS)作为一个新兴科学技术领域,在已有地理信息系统(GIS)和决策支持系统(DSS)基础上就应运而生,并在国内外引起了越来越广泛的关注与重视^[1-10]。

一般来说,SDSS能帮助决策者从错综复杂、扑朔迷离的现象中抓住本质、理清头绪、明确自己的主要任务和目标;自主、灵活地生成各种解决问题的方案,研究和比较它们的利弊与矛盾,进而找出切实可行的解决办法,采取相应的措施与行动^[2-4,8]。然而,在实际工作中,不同层次和类型的用户往往对SDSS有着不同的要求。例如,决策者只重视处理结果,而不关心具体过程,希望SDSS是一种“傻瓜”系统;而决策者的助手们需要随时完成领导交办的各

种任务,希望SDSS是一种实用的工具箱,能够灵活、有效地帮助他们完成任务,积累和利用有关知识经验,逐步提高自己科学决策的能力。因此,从空间决策的过程与特点,SDSS技术的开发和应用以及不同类型用户的需求出发,科学、合理地建立SDSS的分类体系是十分必要和有益的。

2 SDSS的分类体系及作用

2.1 分类体系^[11]

SDSS的分类可以从它的功能特点、技术水平和体系结构等不同的角度进行。根据系统的功能特点,SDSS可以分为通用开发平台、专用软件工具和具体应用系统3大类;根据技术水平,SDSS可以分为地理信息系统、空间决策支持系统和空间群决策支持系统3个层次;根据系统的体系结构,SDSS可以分为单机系统和网络系统两种类型。这样,就构成了如图1的SDSS分类体系或分类立方体。SDSS分类体系的建立,不仅有助于对SDSS具体研制任务的目标、范围、过程和技术路线明确定义和有效实施,而且也有益于整个SDSS科学技术体系的迅速发展

收稿日期: 1999-06-02; 修订日期: 2000-03-21

基金项目: 本文在“九五”国家科技攻关 97-759 项目《国土资源环境和区域经济信息系统与国家空间信息基础设施关键技术研究》资助下完成。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

作者简介: 阎守邕(1939—),男,研究员,博士生导师,广西桂林人,北京大学地貌专业毕业,现从事空间决策支持系统、地理信息系统、遥感以及国家空间信息基础设施等方面的研究工作,已发表论文80多篇,出版专译著、论文集12部。

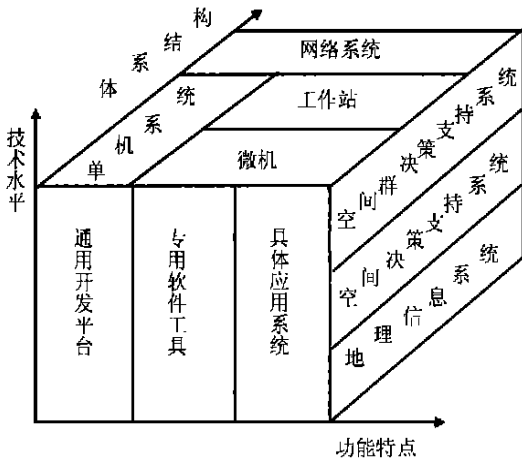


图 1 SDSS 的分类体系

Fig. 1. Classification system of SDSS

展和广泛应用。

2.2 地位与作用

根据图 1 中各种类型 SDSS 的功能特点、技术水平和体系结构,作者研制的 SDSSP 可以定位在图中空间决策支持系统、通用开发平台和网络系统 3 个侧面相交构成的小立方体上。用这个小立方体定义的 SDSSP,在 SDSS 科技领域的开发、应用过程中,发挥如下作用:

(1)它由使用户能够方便、灵活、自主和高效地生成各种 SDSS 专用工具、应用系统以及决策方案的

基本软件工具模块组成,而自身是一种完全独立于任何具体决策应用任务之外的通用开发工具系统。

(2)它是能根据用户的具体需要,通过框架流程图或集成语言程序运作方式,调用系统中的模型、数据、工具、知识等资源,在多种决策方案生成、比较和选择的基础上,给用户决策支持的信息系统。

(3)它是能把自己的各个组成部分以不同的布局安排和组合方式,在由客户端控制系统、模型库服务器、数据库服务器组成的多用户、分布式的异构环境里运行服务,实现模型等资源共享的网络系统。

3 技术构成及运作方式

通过上述对 SDSSP 在 SDSS 领域发展、应用过程中的地位与作用等方面的论述,关于 SDSSP 的许多技术特征实际上已经有不同程度的说明。下面将着重介绍 SDSSP 的技术构成和运作方式。

3.1 技术构成

SDSSP 由如图 2 的客户端交互控制系统、广义模型服务器系统和空间数据库服务器系统 3 个部分组成。它们之间的通信是经由严密定义的网络通信协议、应用程序接口(API)和远程调用实现的,具有由交互控制系统和模型库服务器、模型库服务器和数据库服务器构成的一体化 3 层客户/服务器结构。

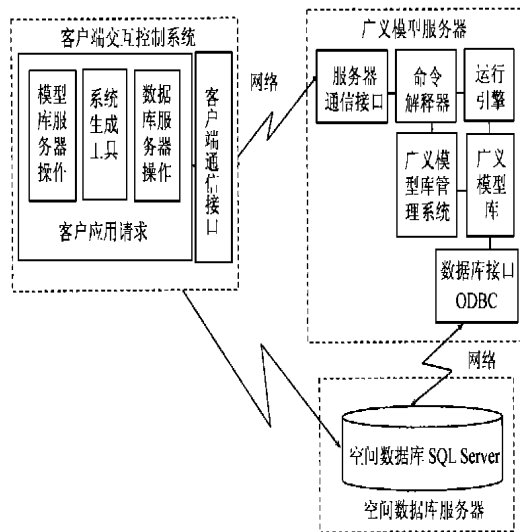


图 2 空间决策支持系统的技术构成

Fig. 2 Technical diagram of SDSS

客户端交互控制系统

客户端交互控制系统由系统生成工具、模型服务器操作模块、数据库服务器操作模块 3 部分组成。

可视化系统生成工具可以通过各种图标(模块、选择、循环、并行、合并等)的调用,迅速地建造、修改解决实际问题的系统控制流程,进而通过流程的运行

生成可供比较与选择的多种决策方案;模型服务器操作模块从客户端对广义模型服务器中的各种广义模型库进行各种管理功能和运行操作,如浏览、查询、增加、修改、删除、运行等操作;数据库服务器操作模块从客户端对空间数据库中各数据库进行数据存取操作,如浏览、查询、增加、修改、删除、保存等操作。

广义模型服务器系统

广义模型服务器由如图2的服务器通信接口、命令解释器、运行引擎、广义模型库、广义模型库管理系统和数据库接口等6个部分组成。它们主要用来实现对模型库、算法库、工具库、知识库、方案库、实例库的统一管理,控制它们的运行以及负责从数据库服务器提取数据等功能。各库的统一管理属于静态管理范畴,包括存储结构和库操作两方面内容,均用管理语言来完成。各库的存储结构统一规定为:文件库+字典库。具体的库文件有:算法程序文件、模型数据描述文件(MDF)和模型说明文件(MIF)、工具程序文件、知识的文本文件、框架流程图文件、框架流程实例文件。而各库的字典则为该库的目录,含名称、分类、说明文件等内容。各库的操作包括查询、浏览、增加、修改、删除等项目。

模型服务器的运行由运行引擎控制。它解释和并发执行(多线程)用户提出的请求(描述文本),匹配检索模型库中的模型或算法,匹配提取数据库中的数据,驱动和完成模型或算法的运算,将处理结果提交给通讯接口并传送给客户端。在各库中只有模型库、工具库、实例库、知识库是可运行的。模型通过运行命令完成它的运行,工具程序一般传到客户端由用户控制运行,实例通过实例解释程序完成它的运行,知识是在推理机下进行搜索和匹配完成它

的推理。算法库本身是不可运行的,只有在与数据连接之后作为模型才能运行;方案库是一些不可运行的系统流程图文件,只有在实例化以后作为实例才可运行。从数据库服务器中存取模型在运行时所需各种数据的任务由数据库接口完成。在SDSSP中,采用商品软件ODBC作为自己的数据库接口软件。

空间数据库服务器

SDSSP的数据库服务器由现有的商品数据库服务器SQL Server以及有关的应用软件,如数据的条件查询、分级查询、地图查询等模块构成。它的主要功能是根据用户查询、模型运行等方面的需要,对有关数据库进行统一管理以及完成必要的数据库查询、存取作业。

3.2 运作方式

用户在SDSSP支持下生成和运行自己解决某个或某些实际问题的方案时,可供选择的SDSS运行方式有框架流程图和集成语言程序两种方式。它们在客户端构成了SDSS中的“人机对话系统”,实际控制着流程图的生成和修改、模型的选择和调用、大量数据的存取和显示、多模型的组合运行、模型库与数据库的接口,真正把数据库、模型库和人机对话系统等有机地集成起来,使之成为一个完整的SDSS集成系统。这两种方式都是通过“解释”执行的,而且彼此能够对应、相互可以转换。

框架流程图方式

SDSSP用框架流程图方式生成和运行SDSS的具体过程在图3中给出。在这种方式下,用户可以通过交互方式使用SDSSP可视化系统生成工具的有关图标(ICON),生成解决某个或某些实际问题的框

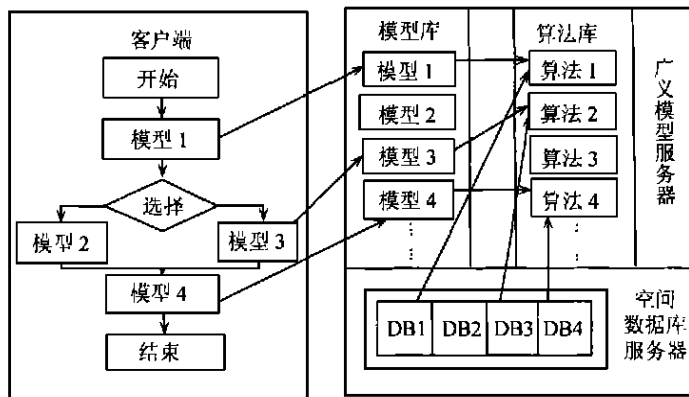


图3 SDSS生成和运行的框架流程图图形方式

式流程图或逻辑方案。其中,每个框都与模型库中相应的模型连接,模型又与算法库中相应的算法、数据库中相应的输入输出数据连接。而通过这种框架流程图的运行,完成从框架运行到模型运行,以及相应算法调用和数据存取的过程。

集成语言程序方式

SDSS 生成和运行的集成语言程序方式在图 4

中给出。由 SDSSP 可视化系统生成工具所生成的、能够解决某个或某些实际问题的系统框式流程图或逻辑方案,同时可以转换成相应的集成语言程序,如图 4。例如,流程图中模型框的连接可以转换成模型的调用语句,流程图中的分支循环结构可以转换为相应的选择循环语句。

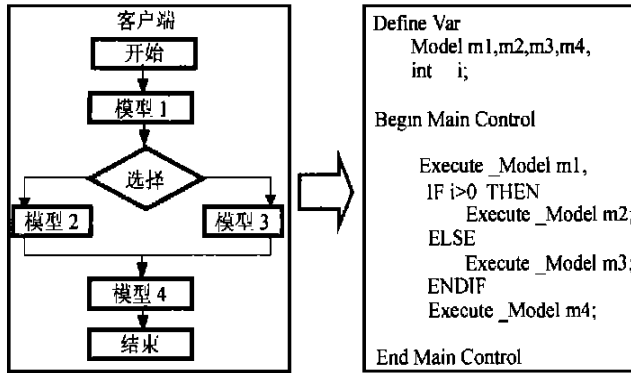


图 4 SDSS 生成和运行的集成语言程序方式

Fig. 4 Integrated language program mode for generation and operation of SDSS

4 应用实例

从实例选题的重要性以及相应方面的工作基础出发,选择了全国农业投资空间决策支持系统(Spatial Decision Support System for Agricultural Investment Planning in China, SDSS/AIPC)作为 SDSSP 的应用实例。在 SDSSP 初步成果的支持下,通过这个实例系统的研制,加速了 SDSSP 集成、调试和完善任务的进程,探索了 SDSSP 的应用途径及其深度与广度,说明显示了这种技术的优势、潜力和效益,收到了预期和良好的效果。在此,主要从 SDSSP 应用的角度来介绍这个实例系统的构造过程,包括 SDSS 应用系统概念框架、逻辑方案和物理实例 3 个阶段,如图 5。这 3 个阶段的工作内容和技术特点分述如下:

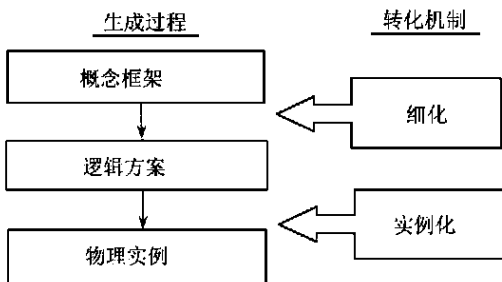


图 5 SDSS 应用系统的生成过程

Fig. 5 Generation process of SDSS applied system

4.1 概念框架

SDSS/AIPC 的概念框架在图 6 中给出。管理决策人员在建立这种框架的过程中起主导的作用。他们从需要解决的空间决策支持问题出发,利用客户端交互框架流程图生成工具,在计算机里构造一个粗线条解决问题的过程,即概念框架。这种框架较好地体现了管理决策人员解决问题的指导思想、主要经验和常用办法,是 SDSSP 技术人员协助管理决策人员完成决策任务的依据。

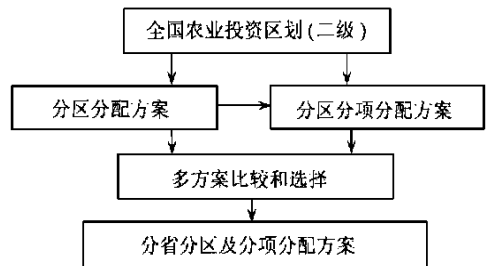


图 6 SDSS/AIPC 的概念框架

Fig. 6 Conceptual framework of SDSS/AIPC

4.2 逻辑方案

SDSS/AIPC 的逻辑方案在图 7 中给出。这种逻辑方案实际上是在概念框架约束下,通过管理决策人员和系统技术人员反复磋商与讨论,使之得以不

断细化的产物。这种细化过程一直要进行到把概念框架分解为从逻辑上能够和有关模型与数据直接相连的处理单元(基本图标或流程图 ICON)时为止。也就是说,由此形成的逻辑方案实际上是解决这个问题可具体执行的详细工作流程和办法(图 7)。如果经过应用实践证明这种方案是行之有效的,它们

应该作为解决类似问题的 SDSS 专用软件工具存储起来,供以后或其它领域人员处理类似问题时参考使用或经过某些修改之后加以使用。从这种意义上讲,解决问题的逻辑方案可以认为是相应的 SDSS 专用软件工具。它们在图 1 的 SDSS 分类体系中有自己的独立地位与作用。

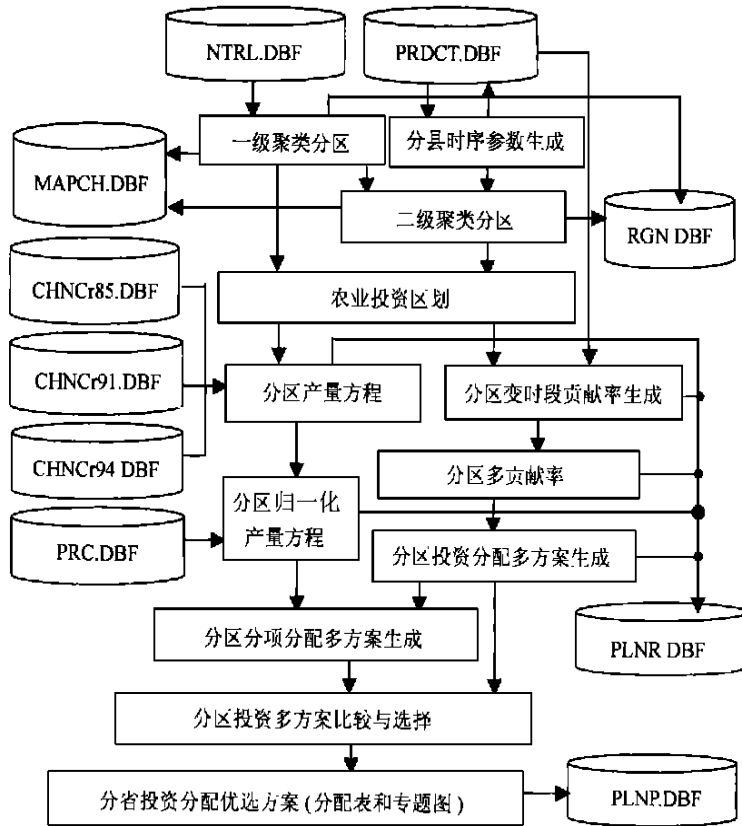


图 7 SDSS/AIPC 的逻辑方案

Fig. 7 Logical scheme of SDSS/AIPC

4.3 物理实例

在逻辑方案里,每个独立单元(或流程图 ICON)从逻辑上都能和相应的模型与数据直接相连。然而,它们在物理上并没有和这些模型与数据相连在一起,在系统中是不可执行的,也是得不出任何结果的。因此,它们只有通过实例化的过程,在系统里建立起与相应模型和数据的物理连接,才能成为可解释执行和有产出的 SDSS 应用系统,并且能够对问题的解决提供决策支持,带来真实的好处与具体的效益。图 7 具体地描述了逻辑方案实例化或 SDSS 应用系统生成以及它们运行的过程。这种通过物理实例运行而使有关模型和数据能够依次连接和运算的系统,事实上已经是管理决策人员直接可以使用的有效工具了。

5 结 论

通过对 SDSS 的分类体系及其开发平台的地位、技术构成、运行模式以及在 SDSSP 支持下生成实例应用系统,即中国农业投资空间决策支持系统等问题的研讨,可以得出一些初步的看法和认识:

- (1)SDSS 在设计思想、系统结构、技术要求、运作方式等方面不同于地理信息系统。其最大的优势在于用户能够自主地调用系统中的各种资源,形成自己解决问题的决策方案,灵活地适应和满足变化了的需求与状况,直接在利用和改造客观世界的决策与调控过程中发挥作用,产出效益。
- (2)SDSSP 在 SDSS 技术体系中占据十分重要的地位。它可以看成是 SDSS 专用工具和应用系统的

生成器。研制 SDSS/AIPC 的过程说明了这一点。如果对它的逻辑方案做局部修改,还可用来解决其它领域的类似问题,生成面向投资规划的专用工具,使 SDSS 的发展效率与应用效益明显提高。

(3)通过 SDSSP 的研制与应用,加深了作者对 SDSS 有关问题的认识和理解,形成了一套比较新鲜的基本概念与技术方法,为今后进一步的研究、开发工作奠定了良好的基础。但是,在 SDSS 开发平台功能的友好性、灵活性、完整性以及空间决策支持理论方面,还有不少需要改进和加强的地方。

致谢:在过去两年多的时间里,作者和中国科学院遥感应用研究所乔彦友、田青、肖春生、沈莎、周艺、王桥、赵健、崔景年,国防科技大学系统工程与数学系黄金才、张维明、赵新昱、陈卫东、何义、邓苏、姚莉、赛英等,一起完成了 SDSSP 及其应用实例的研制任务。在此,作者对他们所做的大量工作和重要贡献表示衷心地感谢。

参 考 文 献 (References)

- [1] P. J. Densham, M. F. Goodchild. Spatial Decision Support Systems: A Research Agenda [A]. Proceedings of GIS/LIS '89, ACSM [C]. 1989, 707—716.
- [2] P. J. Densham. Spatial Decision Support System: Principles and Applications [A]. D. J. Maguire, et al. Geographic Information Systems [C]. 1991, 403—412.

- [3] R. H. Sprague, H. J. Watson. Decision Support Systems: Putting Theory into Practice [M]. Prentice-Hall, 1989.
- [4] R. H. Sprague, E. D. Carlson. Building Effective Decision Support Systems [M]. Prentice-Hall, 1982.
- [5] G. A. Gorry, M. S. S. Morton. A Framework for Management Information Systems [J]. *Sloan Management Review*, 1971, 55—70.
- [6] M. P. Armstrong, P. J. Densham, G. Rushton. Architecture for a Micro-computer Based spatial Decision Support System [A]. Proceedings of the 2nd Int. Symp. On Spatial Data Handling, IGU [C]. NY, 1990, 120—131.
- [7] D. J. Cowen, G. B. Ehler. Incorporating Multiple Sources of Knowledge into a Spatial Decision Support System [A]. Advances in GIS research. Proc. 6th symposium [C]. Edinburgh, 1994, Vol. 1, 60—72.
- [8] S. Y. Yan, Q. Tian, S. X. Wang, et al. Preliminary Study on Development of General Software Tool for Spatial Decision Support System [J]. *Remote Sensing on Environment, China*, 1996, 11(1): 68—78. [阎守邕, 田青等. 空间决策支持系统通用软件工具的试验研究[J]. 环境遥感, 1996, 11(1): 68—78.]
- [9] Xuan Zhu, R. J. Aspinall, R. G. Healey. ILUDSS: A Knowledge-Based Spatial Decision Support System for Strategic Land-Use Planning [J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1996, 15(4): 279—301.
- [10] CIESIN. Research Report on Advances in Spatial Decision Support System Technology and Application. <http://www.ciesin.colostate.edu/USDA/Task%203%20Web/97T31.html>, 1997.
- [11] S. Y. Yan. General Technical Framework of GIS Development in China [J]. *Geographic Information World*, 1995, (3): 18—22. [阎守邕. 我国 GIS 发展总体技术框架的探讨 [J]. 地理信息世界, 1995, (3): 18—22.]

Spatial Decision Support System Platform and Its Applications

YAN Shou-yong¹, CHEN Wen-wei²

(1. Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Department of System Engineering and Mathematics National University of Defence Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Spatial Decision Support System (SDSS) is a new field developed on the basis of Geographic Information System (GIS) and Decision Support System (DSS). Since the late 1980's, more and more attention has been paid to the technology of SDSS in China as well as in the world. Through analyzing a large number of literature on the study of SDSS, it can be seen that presently people have many different understandings of SDSS. From authors' point of view, only those systems which can provide decision makers spatial decision making schemes are deemed as SDSS and divided into three levels: general platform, domain tools and application systems. This paper will discuss the basic concepts and classification system of SDSS, architecture and operational modes of SDSS Platform (SDSSP), and generation process of a SDSS application system, such as Spatial Decision support System for Agricultural Investment Planning in China (SDSS/AIPC), supported by SDSSP.

Key words: spatial decision support system (SDSS); GIS; software platform; domain software tools; application system