

空间决策支持系统及其支撑软件 的设计与应用

孙 亚 梅

张 犁

(南京大学大地海洋科学系) (中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室)

(1991 年 10 月 22 日收稿)

摘 要

本文讨论了 SDSS 的概念和基本理论,以决策支持为目标,面向半结构化和非结构化问题,用模型驱动的 SDSS,是 GIS 未来的发展方向。在技术上用 C 语言实现了 SDSS 支撑软件的设计,并应用于国家科技攻关课题“三川河流域区域治理与开发信息系统”,取得了良好效果;同时对 SDSS 开发中存在问题作了讨论。

关键词 空间决策支持系统 地理信息系统 模型库 模型建造

一、引 言

地理信息系统 (GIS) 的应用,大大地改善了人们管理大规模空间数据的能力,在此基础上作出空间分析,成为地学研究和规划管理的有用工具。然而, GIS 也面临着发展上的巨大障碍。它不能为中高级管理人员提供直接的决策支持,所取得的经济效益也往往是间接的、不明确的,未能得到宏观决策和工程设计部门的普遍重视。其根本原因在于 GIS 空间分析和模型模拟能力的薄弱。它通常只能提供辅助决策过程中的数据级支持,不能提供实质性的决策方案,难以求解复杂的结构化较差的空间决策问题,例如土地利用的最优分配及农林业的管理策略,零售网点的最优配置,紧急疏散规划及城市交通规划等。为此,必须采取“不寻常”的办法,如类比、模糊方法,动态模拟,甚至是直观判断来加以解决。增强系统中人的主动性是达到合理决策的有效办法。近期国外研究^[1-4]表明, GIS 将来能否获得成功,在很大程度上依赖于更加复杂的分析技术和模型模拟能力的开发,近期,探讨新的概念和方法是当前研究工作的重要内容。空间决策支持系统 SDSS (Spatial Decision Support System)^[5-7] 就是基于这种认识而提出的新概念。目前,国外对 SDSS 的研究已经兴起, NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis) 把它列入 1988—1991 年的研究计划, Kessel 更是开发出了具体的系统——An Australian Geographical Information and Modelling Systems for Nature Area Management。国内的许多专家和科技人员也注意到这种趋势。陈述彭先生多次强调空间分析和模拟技术研究的迫切性和必要性^[6,7], 并提出“从信息科学的水平来说,目前我国还存在相当大的差距,这种差距不仅是技术上的,更重要的是社会需求和思想认识方面。”本文将讨论 SDSS 的概念和基本理论,并介绍用于开发各专用 SDSS 的通用支撑软件及其应用。

二、空间决策支持系统

决策通常是指在一定的环境和约束条件下,为实现某一确定的目的,从多种可供选择的方案中选取一个方案,并付诸实施,因此,决策过程是问题求解步骤。它可分为情报(intelligence)、设计和选择三个阶段^[9],并根据对决策过程的可描述程度分为结构化(structured)和非结构化(unstructured)决策。结构化决策是指常规的和经常重复的决策,其目标明确,过程结构比较清晰,决策过程的三个阶段是完全明确的,并有一套成熟的解决办法,也容易实现计算机处理,如地形的数字模拟。非结构化决策,结构复杂或决策问题新颖,不存在可利用和专用的策略模式。在结构化和非结构化决策之间,存在着大量的过渡类型,谓之半结构化(Semistructured)决策。半结构化和非结构化其决策过程的三个阶段并非完全能分清楚的^[9]。

决策支持是指运用计算机辅助技术,帮助管理者在解决半结构化和非结构化任务中改进决策,达到最有效成果^[10]。决策支持有很多方面,其中三个重要的方面是级别、范围和过程。级别可分为传统的、规范的和扩展的三种类型^[11]。传统支持是利用计算机的辅助生成能力,分析各种备选方案提高决策过程的有效性。规范支持则着重计算机工具可使用性。扩展支持则是传统支持和规范支持两者之间的中间级别,这是我们应该研究并致力开拓的^[11]。决策支持的第二个方面是被支持的范围,它是指支持一般化和特殊化的程度。而决策支持的第三个方面涉及到被支持的过程,例如个人认知处理或方便学习的过程以及对决策过程的结果施加控制和影响等。

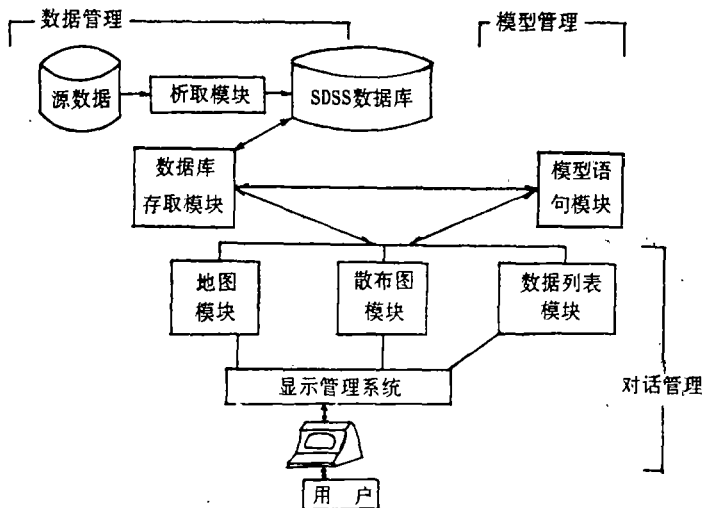


图 1 SDSS 系统结构(据 Sprague 和 Carlson)

Fig. 1 Schematic representation of SDSS architecture

Gorry 和 Morton 等人 1971 年首次使用“决策支持系统 DSS (Decision Support System)”这一术语^[10],它是管理信息系统(MIS)的发展。80 年代中期,由于管理决策

部门对 GIS 的进一步要求, DSS 的概念和理论被引入 GIS 的研究^[3-5]中, 促使 GIS 向 SDSS 延伸。SDSS 是面向空间问题领域的 DSS^[6], 主要用于求解难于具体描述和模拟的结构化较差的空间问题, 它与 GIS 的最主要差别在于: SDSS 用于求解半结构化或非结构化的空间问题; 它更强调知识和模型在问题求解过程中的重要性; 它具有专门的模型库系统, 供决策人员分析和决策时进行模型选择和构造新模型。

这里还应明确指出, SDSS 是支持决策而不是取代决策。在 GIS 中某些专家系统试图用机器代替人作出分析和判断, 这正是专家系统面临的一大障碍。因为目前包含在专家系统中的知识还不足以作出满意决策, 故专家系统的发展趋向于半专家系统或专家支持系统, 走类似于 SDSS 的道路^[9]。

根据 Sprague 和 Carlson 等人的意见, SDSS 可分为数据管理(Data Management)、模型管理(Model Management)和对话管理(Dialogue Management)三部分(见图 1)及其显示和报表两个生成器子系统, 以反映空间问题的特殊需要。各部分功能及建议方式见表 1。以下对数据、模型和对话管理分别进行介绍。

表 1 SDSS 各组成部分功能说明

Table 1 Function descriptions of the components of SDSS

<ul style="list-style-type: none"> · 对话管理 <ul style="list-style-type: none"> 管理用户界面(窗口, 图形, 鼠标, 自然语言界面) 控制与用户的对话(用户驱动, 系统驱动) 	
<ul style="list-style-type: none"> · 模型管理 <ul style="list-style-type: none"> 支持必要的模型类型 模型创造、修改、删除、执行 模型版本控制 	
<ul style="list-style-type: none"> · 数据管理 <ul style="list-style-type: none"> 支持必要的数据类型 数据库创建、修改、删除和查询 数据完整性维护 数据版本控制 	<ul style="list-style-type: none"> · 显示生成器 <hr/> <ul style="list-style-type: none"> · 报表生成器

1. 数据管理

在计算机系统中, 信息的组织方式是关系到系统成败的主要因素^[5,13]。因此, 空间数据库系统的建立是 SDSS 的基础, 选择适合描述空间数据和空间决策过程的信息模型和数据模型是 SDSS 空间数据库设计的首要任务。

(1) E-C-R 模型——SDSS 空间数据库的信息模型

在信息世界中有必要对所研究的对象建立一个较为抽象的模型, 为过渡到计算机世界奠定基础, 这就是信息模型。目前较为流行的一种信息模型设计方法称为实体-关系方法(Entity-Relationship 简称 E-R)。Armstrong, Elmasri, Densham 和 Navathe 等人认为^[5,13,14], 为反映空间数据的层次性和复杂性, GIS 或 SDSS 中的空间数据库的信息模型采用实体-类-关系(Entity-Category-Relationship 简称为 E-C-R)方法更为合适。E-C-R 方法的核心仍然是 E-R 方法, 只是因空间数据的复杂性和考虑到一般的层

次说明才引入类 (Category) 的概念。该方法的突出优点是实体和关系也可用图表示, 空间数据库的逻辑结构更为直观, 如图 2 所示。

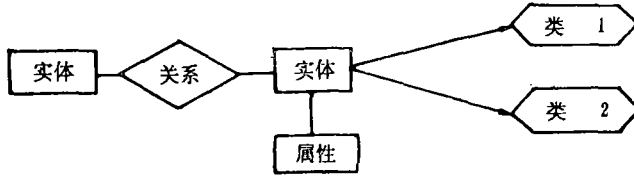


图 2 E-C-R 模型

Fig. 2 E-C-R information model

(2) 扩充的关系模型——SDSS 空间数据库的数据模型

为便于从用户的观点描述空间数据库的逻辑结构, 必须选择合适的数据库模型。Armstrong 和 Densham 等人结合网络模型和关系模型开发了一种扩展网络模型, 以解决空间应用问题。Abel 则扩展了关系数据模型, 引入新的数据类型(点、多边形、矩形、线和图像), 以统一管理空间几何数据和非空间数据, 提高了系统的效率。由于网络模型的复杂性和在计算机上实现较困难, 我们认为扩充关系模型的方法较为实用, 因为其基本结构是二维表, 方便计算机实现, 而且一个 E-C-R 图很容易转换为二维表形式, 如表 2—4, 它们清晰地反映了实体、类的属性和关系, 可增强 SDSS 空间数据库的查询能力, 同时它可充分利用现有的 RDBMS, 如 ORACLE, INFORMIX, dBASE 等。

表 2 实体的二维表表示

Table 2 Tabular representation of entity

实体标识符	非空间属性	范围矩形	几何图形
-------	-------	------	------

表 3 类的二维表表示

Table 3 Tabular representation of category

类标识符	实体标识符	类非空间属性	范围矩形	几何图形
------	-------	--------	------	------

表 4 实体间关系的二维表表示

Table 4 Tabular representation of relations among entities

类 1 标识符	类 2 标识符
---------	---------

(3) SDSS 数据管理子系统的组成和功能

SDSS 数据管理子系统的组成如图 3 所示。它执行四大功能: ① 处理来自对话和模型管理部分的查询请求, 产生相应的查询操作; ② 通过数据合并过程合并各种数据源;

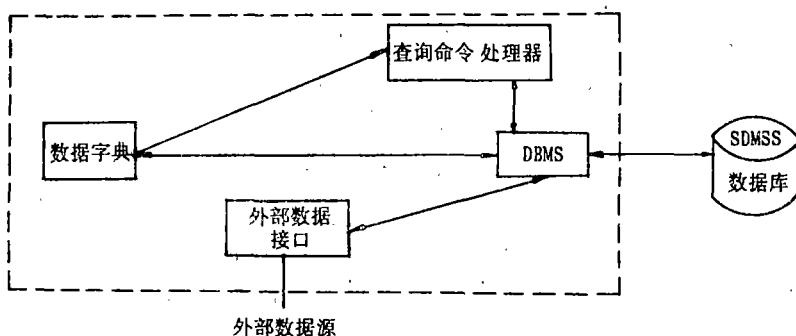


图 3 SDSS 数据管理子系统

Fig. 3 Data management system of SDSS

2. 模型管理

模型管理子系统的核心内容是模型、模型库及模型管理系统。有关模型和模型库系统的研究是当前 SDSS, GIS, DSS 等领域中十分活跃的研究课题^[3-5]。因为模型是分析问题、提供决策方案的基础，将模型及模型库的概念引入 GIS，导致 GIS 向 SDSS 发展。

就目前来说，空间模型的表示至少有三种方式：(1)地理学家或管理决策人员对空间问题的“自然表示”；(2)分析人员用数学的和逻辑的表示；(3)计算机内部的二进制表示，这也代表了对空间问题的三个抽象层次。在传统的空间模型中这三个层次的信息损失是相当大的，往往造成计算机分析结果和地理学家的预测分析结果差距较大，使模型的生命力减弱。三个层次语言描述的差异也说明地理学的语言和计算机语言之间缺少接口。如将自然区划或农业区划专家们的逻辑推理和指标体系加以规范化，研究其推理机和知识库^[7]，从而减少从对现实世界的描述到计算机语言的描述的二级抽象过程中信息流的损失；传统的模型与现实的算法是密切相关，为避免因模型变化而软件不适应的情况应增强模型和算法之间的独立性；模型随决策环境的变化而要作适当调整；空间问题的复杂性常要求多个模型的组合或反复多次建模，这些都是为了提高模型生命力。

数据库系统发展的经验和前人对模型库系统的研究^[16,17]表明，新一代模型库系统应具有如下主要特征：模型表示有比较统一的形式，既适合地学家的描述，也适合分析人员和计算机的实现；模型表示与求解算法的相互独立性，支持构模、调整优化、模拟、推理等求解器的标准界面；能有效地适应多种模型范畴，并能支持模型使用周期的各个阶段；一般的模型结构表示(抽象模型)与具有详细参数数据值的特殊模型实例(具体模型)描述的相互独立性；具有友好的用户界面，支持用户对模型的多种视图需求；象 DBMS 管理数据那样的管理模型；基于知识等。

(1) 模型的关系表示

模型的表示有多种方法，较为重要的有结构表示和关系表示，本文介绍关系表示法。模型是用数据描述的，所以模型可用描述它的数据表示。模型的数据表示有一阶谓词逻辑

辑表示和关系数据表示两种形式。一般采用易为用户接受的关系数据表示式。它将模型视为一个虚关系，它的项由模型的输入和输出项组成。这个虚关系是模型输入和输出项的笛卡尔乘积的子集。这样，创建模型就像创建关系数据库中的关系一样方便。

(2) 基于关系模型表示法的模型库系统

基于关系模型表示法的模型库系统如图 4 所示，其中模型字典相当于一个索引表，它列出系统中所有模型及其存贮位置。关系模型库则包括各模型的执行程序文件库、源程序文件库、数据描述文件库及帮助文件库等。实用程序库包括构模工具、正文编辑器及模型定义语言编译器等。模型库管理系统则完成对模型的检索、辅助理解、运行机制控制及维护等功能。

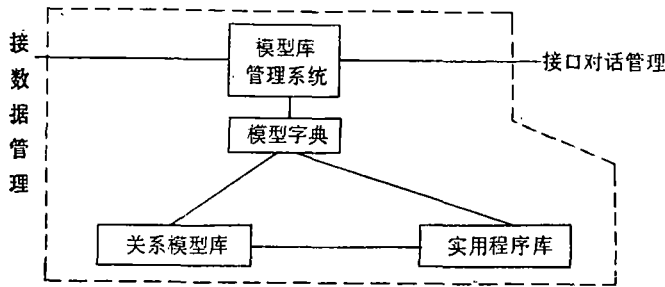


图 4 关系模型库系统逻辑结构

Fig. 4 Logical structure of a relational model base system

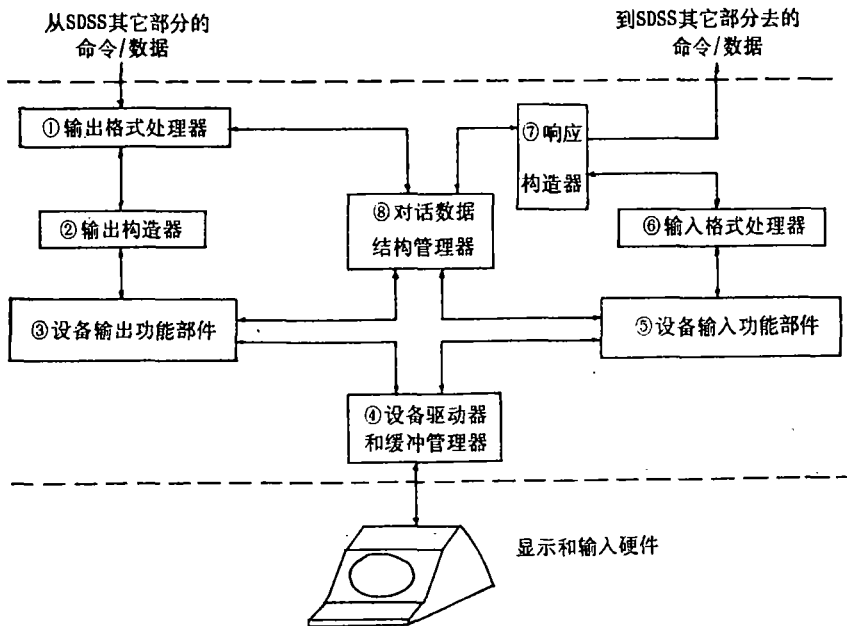


图 5 SDSS 对话管理功能模块

Fig. 5 Dialogue management procedures of SDSS

关系模型库管理系统主要完成对模型字典和关系模型库的管理, 通过模型操纵语言进行模型维护(创建模型、更改模型、删除模型、显示模型及模型库、压缩模型库)与模型查询(执行模型、优化模型、模型连结等)。

3. 对话管理

SDSS 对话管理包括用户、终端和对话软件系统三个基本成分。从软件设计的观点出发, 其对话软件系统如图 5 所示。

三、支撑软件设计

为实现计算机管理, 需要设计 SDSS 支撑软件。

1. 关系数据库系统的软件设计

该设计包括数据定义语言 (DDL) 和操纵语言 (DML) 的设计。在所设计的关系数据库管理系统中, 我们把关系称为表 (Table), 属性称为域 (Field), 允许的数据类型有:

字符	Char	点	Point
数字	Numaric	线	Line
日期	Date	多边形	Polygon

对一个数据库的完整定义至少包括: 对数据库包含的所有表的定义; 对每张表包含的所有域的定义; 对每张表主、副关键字的定义; 数据库字典的定义。我们设计的 DDL 包括一系列伪指令, 通过建立一个文本文件完成数据库的模式和子模式的定义。DDL 伪指令包括:

# database	命名数据库
# dictionary	数据库字典的定义
# end dictionary	结束数据库字典的定义
# table	表的定义
# end table	结束表的定义
# key	关键字定义
# end key	结束关键字定义
# end database	结束数据库模式定义

为了在计算机内具体实现上述定义, 我们设计了一个三趟扫描的编译程序 DBC · EXE, 把模式定义文本文件翻译成相应的 C 语言文件, 当建立了实际的 SDSS 数据库时, 将它们包含在应用程序之中, 用 C 语言编译器完成系统编译, 从而完成关系数据库的设计。

以 C 语言为宿主语言, 开发了一套操纵语言 (DML) 函数, 包括 B 树索引文件管理和数据库操纵函数等共计 57 个。系统设计者凭借这些支撑函数很容易开发出自己的 DBMS 软件。

2. 模型库系统支撑软件的设计

该设计包括模型定义语言 (MDL) 和模型操纵语言 (MML) 以及构模工具的设计。借助关系数据库的理论,并参照 SDSS 数据库 DDL 语言的设计,开发了一套模型库模式定义 (MDL) 伪指令及编译程序 MBC·EXE。该方法通过建立文本文件定义模型库模式。据此可方便地定义一个关系模型库的概念模式,然后用 MBC·EXE 对该描述模式进行三趟扫描,生成标准的 C 语言格式文件,把该文件嵌入系统开发的 C 语言程序中,就可开发出任何概念模式的模型库,并达到用 DBMS 技术管理模型库的目的。还开发了 MML 的整套 C 函数,主要包括打开模型库文件和索引文件,查找模型记录并写入缓冲区,向模型库某文件增加模型记录,删除当前模型记录,关闭模型库,完成对模型的加载运行,在适当位置打印 errno 对应的错误信息等。构模工具是模型库系统的重要组成部分,本系统采用表驱动的宏命令和程序嵌入两种方式。对于表驱动的宏命令方式,在 C 语言中的表示方式如下:

```
struct cmd-table{
    char *cmd-name;
    int (*cmd-fxn) ( )
} commands[ ] = {"POINT IN POLYGON", pnt-in-pgn,
                 "POLYGON OVERLAY", pgn-overlay}
```

同时开发了一些控制流宏命令,如 GOTO, IF, CASE, REPEAT, WHILE 等。利用这些宏命令建立文本文件,经过命令分析器解释执行。该文本文件即为构造的新模型。

3. 对话管理系统支撑软件设计

一个好的系统必须具备良好的用户界面。多窗口管理、下拉菜单、在线帮助及交互操作等是 SDSS 对话管理系统需要优先考虑的技术。命令语言及伪语言翻译器的开发也是 SDSS 对话管理的重要组成部分。SDSS 软件的最大研制费用大概是在开发和维护对话部分的软件方面,例如地理数据分析和显示系统 (GADS) 代码中有大约 60% 是对话部分的,在 4 年期间对 GADS 的改动量对话部分占了 75%。在我们开发的支撑软件中,用户接口设计和对话管理的代码量也占了大部分,主要包括窗口函数、菜单函数、在线帮助软件、语言解释器、语法分析器、图形显示与捕获、图形与报表的打印等。

四、支撑软件在区域治理与开发信息系统中的应用

三川河流域区域治理与开发信息系统是国家科技攻关项目“遥感技术开发”的组成部分。该系统有两个最显著的特征。其一,研究区域面积大,包括方山、离石、柳林和中阳县的绝大部分,面积达 4 161km² 以上。其二,该系统不仅要管理大规模空间和非空间数据,而且是以辅助区域治理与开发活动为主要目标的业务运行系统,这就要求它必须具备空间决策支持的功能。可是在微机上建立如此系统困难是很多的,主要是微机容量非常有限,特别是对我们选用的设备:主机 Sun 286 (或兼容机),主频 16MHz, 40M 硬盘,

1.2M + 360K 软盘, VGA 卡和东海汉卡, LQ-1600K 打印机, 显然是不够的。这就要求系统必须具有强大的数据压缩及高效率的数据管理功能; 由于要求系统能辅助决策, 需要拥有足够的分析应用模型, 这就要求对模型进行有效的管理, 并能够方便地使用及随时构造新的模型; 该系统是为地方管理决策人员设计的, 他们大多是终端用户, 这就要求设计出用户友好的、能被接受的, 能发挥人的主观性和模型方法科学性的系统; 应能以用户乐于接受的形式反映最终决策结果。这 4 方面的问题, 实际上就是要解决空间决策支持系统的数据库系统设计、模型库系统设计、对话管理设计和产品输出设计。此处就模型库系统设计作一些介绍。

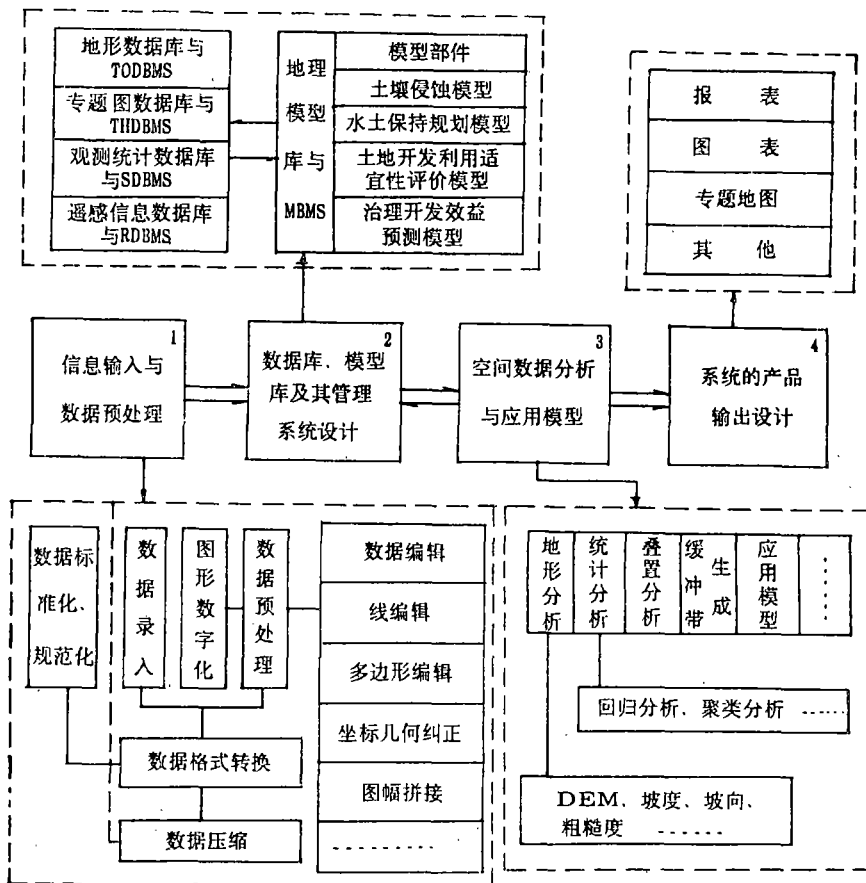


图 6 三川河流域区域治理与开发信息系统结构

Fig. 6 Schematic representation of the regional harnessing and development information system in Sanchuan River basin

三川河流域区域治理与开发信息系统其结构如图 6 所示。其中空间数据库系统是基础, 而模型库系统是核心。本模型库为关系模型库, 包括模型构件库、应用模型库、模型管理系统及构模工具等。关系模型库完成模型的检索、构模、数据—模型连接以及对话—模型连接等主要功能。

1. 模型构件库的逻辑设计

模型构件库作为对构模活动的基本支持,它存贮一些标准化的“原子”模型,其包含两个基本的模型文件,即模型子程序库文件和模型子程序描述文件。前者存放具体的模型构件,利用 Microsoft 提供的库管理实用程序 LIB·EXE;后者存放对模型构件的说明。用 MDL 语言定义模型构件库的模式:

```
# model base MPB    /*命名模型构件库*/
# dictionary
  m—name, CHAR, 32,'          /*子程序名*/
  m—parameters, N, 2,'        /*参数个数*/
  m—retvaluetype, CHAR, 32'   /*返回值类型*/
# end dictionary
# table M__DESCRIB
  m__name
  m__parameters
  m__retvaluetype
# end table
# key M__DESCRIB m__name
# end model base MPB
```

当打开模型部件库时,相应打开了模型子程序库文件及其描述文件,就可以对模型构件库进行插入、删除、更新及提取操作。

2. 应用模型库的逻辑设计

应用模型库的内容及整体结构见图 7。系统利用 MS-DOS 文件管理的功能将五个文件置于不同的子目录下。

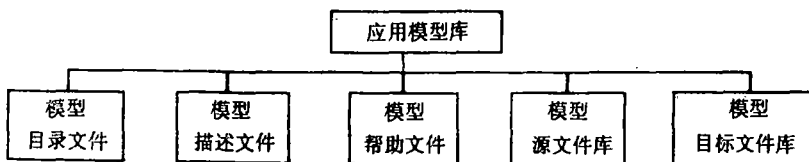


图 7 应用模型库层次结构

Fig. 7 Hierarchical structure of the model base for applications

3. 模型库系统的分析模型及构模举例

在三川河流域区域治理与开发信息系统的模型库中已装入模型部件和应用模型近 20 个,其中包括:

- 模型部件
 - 地形分析：坡度、坡向、粗糙度
 - 日照强度、沟谷密度等
 - 最短路径分析
 - 叠置分析
 - 聚类及其它统计分析
 - 邻近度分析
 - 专家打分
 - 包含分析
- 应用模型¹⁾
 - 土壤侵蚀模型
 - 水土保持规划模型
 - 土地适宜性评价模型
 - 治理与开发效益预测模型

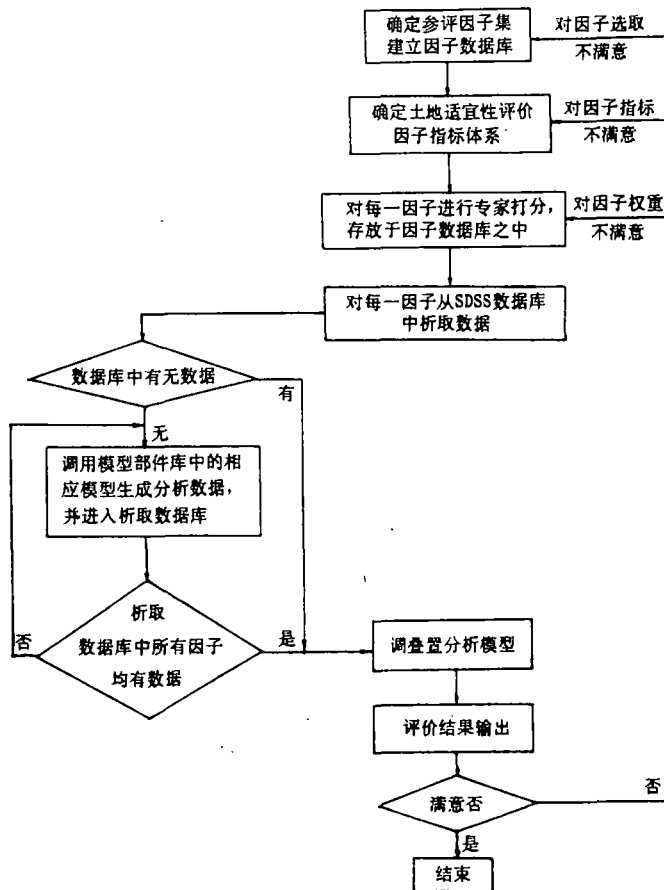


图 8 土地适宜性评价模型构模过程

Fig. 8 Construction steps of the land-suitability evaluation model

1) 由上而下依次由北京大学、北京师范大学、南京大学、华东师范大学研制开发。

模型部件主要是传统的空间分析方法或标准化的数学方法。应用模型则是针对黄土地区自然、社会、经济等特点建立的专用模型,它们都是由许多模型部件有机组合而成,以完成特定的半结构或非结构化问题的分析工作。利用新开发的构模语言和模型部件就可方便地构造新的模型。

三川河流域区域治理与开发信息系统的模型管理与构模能力表明,下列方面已超出了一般 GIS 的功能:(1)模型库系统提供了管理大量模型的能力;(2)方便用户的选模操作;(3)提供用户自行构模的条件和能力。

4. 辅助决策举例

上文已经提及,SDSS 是支持决策而不是代替人作决策。三川河流域区域治理与开发信息系统的 SDSS 尚不健全,但它凭借现有的地理模型库系统可以对该流域治理开发的决策工作提供有益的支持。

影响人们决策的关键是效益。效益是多方面的,从大的方面说有经济效益、社会效益和生态效益。从长远说,维护生态效益对提高经济效益和社会效益的好处是毋庸置疑的,但在近期对提高各效益所采取的措施之间却存在着较大的矛盾。如采取退耕还林、还草等生物措施可以维护生态效益,可是农民的口粮标准将直接受到影响。显而易见,各种效益因所采取的治理开发措施不同而有异,为此决策者必须在措施的选择和效益的分析中权衡利弊。效益分析十分复杂,涉及的因素颇多,决策者,特别是经验不足的决策者往往举棋不定或顾此失彼或过分主观而造成失误。为防止决策失误,提高决策的可靠性,三川河流域区域治理与开发信息系统着力研制开发了治理开发效益预测模型。这是一个多目标规划模型(它包括了4个目标、24个决策变量、43个约束条件和三个层次的效益分析模型),它通过对各个目标重要程度和希望实现值等数据的变化分析可得到一系列可供选择的方案,然后找出最佳方案提供给决策者。例如对三川河流域1985—2000年的土地治理,在当地专家的指导下选择了重林、重牧、重农和林牧并举4种方案,并对它们分别进行效益预测,为避免主观性,将效益概括为生态、拦洪、拦沙、产粮、经济总产值和经济净产值六个方面的效益指数,经过模型处理,取得了各种方案的综合效益指数,将各方案的数据分别代入对比分析子模型,即可输出方案各个部分的效益数据(表5为方案1)。4种方案中,林牧并举方案的综合效益指数最大,列为最佳方案。

表 5 三川河水土保持规划(1985—2000)效益预测结果表

Table 5 Benefit prediction results of water and soil conservantion planning in Sanchuan River

项 目	基本得分	权重	得分
生态	66	1	66
拦洪	50	1	50
拦沙	39	1	39
产粮	46	1	46
经济总产值	55	1	55

五、结 语

SDSS 是辅助解决空间决策问题的工具,它不仅提供存贮、管理、检索、分析和显示空间数据的能力,而且更重要的具有模型分析和模拟的作用。它支持决策过程的三个阶段,是 GIS 发展的必然趋势。SDSS 的上述特点是它得以被承认和发展的前提,用户对辅助决策系统的需求是它产生的原动力。

现在,从理论到技术都说明 SDSS 的建立是可行的。本文探讨的一些理论和技术代表了当前 SDSS 发展的最新情况,所开发的支撑软件构成了 SDSS 的一个生成器。某些理论和技术应用于三川河流域区域治理和开发信息系统取得了良好的效果,并大大缩短了软件的开发周期。

不过,SDSS 的发展也存在一些问题,需要进一步研究:(1) SDSS 的智能化程度还不算高。知识的获取、表示和存贮有待今后解决;(2) 当前开发的 SDSS 主要是单用户的,对决策过程中的主观随意性限制较少。今后需要发挥群体智慧,建立群体决策支持系统;(3) 需要继续探讨 SDSS 和 GIS 在概念、结构、功能上的差异;(4) 已经建立的 GIS,从数据组织的角度来看大多数是不适合做决策支持工作的。这就要加以改造,使之能在分析、模拟和知识等方面能支持决策活动的全过程;(5) 以 ARC/INFO 提供数据采集、管理、传统的空间操作和显示等功能,用模型分析系统从 ARC/INFO 中抽取 Coverage,通过模拟分析和仿真,把结果作为一个新的 Coverage 返回到 ARC/INFO 中,这也是一种多快好省的工作方法。

参 考 文 献

- [1] Martin Molenaar, Towards a geographic information theory, ITC Journal, 1, 1989.
- [2] P. A. Burrough, Methods of spatial analysis in GIS, INT. J. Geographical Information Systems. 4(3), 1990.
- [3] S. R. Kessel, An australian geographical information and modelling system for natural area management, INT. J. Geographical Information Systems, 4(3), 1990.
- [4] National Center for Geographic Information and Analysis, The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis, INT. J. Geographical Information Systems, 3, 1989.
- [5] M. P. Armstrong, P. J. Densham, Database organization strategies for SDSS, INT. J. Geographical Information Systems, 4(1), 1990.
- [8] H. A. Simon, The Science of Management Decision, New York, Harper and Row, 1960.
- [10] G. A. Gorry, M. S. Scott Morton, A framework for management information systems, Sloan Management Review, 1971.
- [12] D. J. Cowen, GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences? Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54, 1988.
- [13] Elmasri R., Hevener A., Weeldreyer J., The category concepts: an extension to entity-relationship model, Data and Knowledge Engineering, 75, 1985.
- [14] S. Navathe, R. Elmasri, J. Larson, Integrating user views in database design. Computer, 19, 1986.
- [15] D. J. Abel, SIRO-DBMS: A database toolkit for geographical information systems, INT. J. Geographical Information Systems, 3(2), 1989.
- [16] R. H. Sprague, Jr., Eric D. Carlson, Building effective decision support systems, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hill, 1982.
- [17] I. Bockenholt, M. Both, W. Caul. A knowledge based system for supporting data analysis problems, Decision Support Systems, 5, 1989.

Design and Applications of Spatial Decision Support System and Its Software Toolkit

Sun Yamei

(Department of Geo and Ocean Science, Nanjing University)

Zhang Li

(National Lab. of Resources and Environment Information System, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

This paper deals with the concepts and fundamental theories of spatial decision support system as well as its software toolkit design and applications. First, it has been concluded that SDSS, which is a model-driven system aiming at decision support and solving ill-structured problems, is a new trend of GIS development. Second, this paper has discussed the implementation of the software toolkit using C programming language and applied it to the design of "Regional Harnessing and Development Information System in Sanchuan River Basin". In the end, some problems of the development of SDSS have been put forward.

Key words Spatial decision support system GIS Model base Model construction