

信息技术支持下的环境决策 支持系统开发研究

侯继雄 贾海峰 程声通

(清华大学环境工程系, 北京 10084)

摘要

GIS、RS、GPS、ES等技术已在环保领域得到大量应用,但大多只能提供低层次的辅助决策功能,为支持环境领域的中高层决策,本文提出了环境决策支持系统(EDSS)的建设。文中介绍了环境系统的特点,GIS、RS、ES技术特点和其对EDSS的支持,阐述了当前软件技术和EDSS的开发模型,指出利用组件对象模型(COM)技术进行GIS、RS、ES系统集成,是开发EDSS的简洁、实用的方案。最后介绍了本模型的简单应用过程。

关键词:环境决策支持系统(EDSS) 地理信息系统(GIS) 遥感(RS) 专家系统(ES)
组件对象模型(COM)

一、引 论

GIS(地理信息系统)、GPS(全球定位系统)、RS(遥感)、ES(专家系统)等技术近年来已经在环保领域得到广泛应用。这些技术的应用,丰富了环境信息的获取、分析和表现手段,提供给管理者、决策者易懂易用的信息,对环境管理和决策起到了重要的作用。但是,应该看到,当前3S技术的应用,还局限于单个系统的应用,或系统间的简单结合,对信息的处理能力还有限,仅仅提供了低层次的辅助决策作用,对中高层的决策支持不够。本文着重探讨基于GIS、RS、ES等最新信息技术的开发环境决策支持系统的模型和方案,并试图提供可行的系统实现思想。

二、环境系统的特点

近年来,可持续发展概念的兴起,从根本上丰富了环境保护的理论,环境系统、社会系统、经济系统已经紧密地结合在一起,环境决策也不单纯是环境污染治理、环境保护,而是强调环境、社会、经济的统一决策,实现在公平基础上的总体最优或满意的决策,从宏观上看环境决策的影响范围可如图1所示。

总体上讲,环境决策可总结如下特点:

- 涉及范围很大,完全的决策是社会、经济、环境的综合;
- 开放性、复杂性;

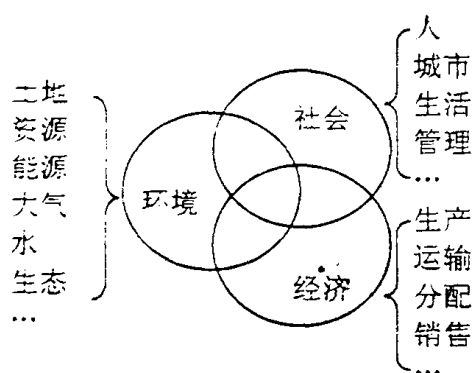


图1 环境、经济、社会相互关系

- 动态性;
- 滞后性,这是由于环境本身的特点决定的,决策的后果显现在环境中需要一定的时间。

三、环境决策支持系统的技术基础

1. RS 技术

RS 技术随着计算机技术和空间技术的发展逐渐形成与发展。它指利用航空遥感、卫星遥感等技术接受地物光谱信息,经过专门的信息处理,从中提取地物信息的技术和方法。尤其是卫星遥感提供的大范围、更新快的海量数据,为长期、系统、动态地研究地表、地物变化及

其规律提供了技术可能性。

2. GPS 技术

70 年代中期,美国国防部开始建设其精致复杂的卫星定位系统,以便对军舰、飞机和地面车辆进行高精度导航和定位。这个系统就是全球定位系统(Global Positioning System)。虽然 GPS 最初是为军事目的而设计的,但它很快就渗透到经济建设和科学技术的很多领域,在地球动力学、海洋大地测量学、天文学、地球物理勘探、资源勘察、航空与卫星遥感、工程变形监测、运动目标的测速等方面得到广泛的运用。

3. GIS 技术

GIS 技术随着计算机技术在地理地质领域的应用而兴起,它研究计算机技术与空间地理分布数据的结合,并以空间性为纽带,组织和管理各种数据,提供空间查询和分析操作。由于地理信息系统在空间数据管理、处理和表现上的巨大优势,当前已成为信息系统开发的热点之一,同时结合遥感系统提供的海量数据,GIS 技术在空间问题的信息表现、处理、分析、决策等方面都起着重要作用。

4. 专家系统

专家系统(ES)是人工智能中的一个重要领域。经利用某一领域专家的知识,利用模型与专家知识,进行推理,从而做到方案的选取,多方案择优等决策的机制,它面对的问题大多为非结构化问题,难以用结构化的过程性语言来描述,而要用到专家的经验 and 知识。专家系统的最大特点是能利用自然的语言或简单的脚本语言同系统交互,系统内部根据用户提供的信息,进行分析、模拟、预测等信息处理过程,由此,环境决策支持系统可以借助于专家系统来控制信息的推理,以达到同决策者交互的目的。

在环境决策支持系统中,RS 技术是迅速获取环境信息的有效途径、GPS 技术提供研究范围内特征物的定位信息、GIS 技术是充分处理、分析与表现环境信息的良好手段,而 ES 可作为评估决策方案、指导决策过程的重要工具。这三者的充分结合将能提供可人机交互的、空间性的决策支持系统。

总而言之,环境决策支持系统所集成的 GIS、RS、ES 的特点可归结如图 2。

四、环境决策支持系统设计技术路线

环境决策支持系统开发仅是整个系统建设的一部分,它着眼于如何用软件技术实现决策支持系统,其设计路线可以简单归结为以下三种:

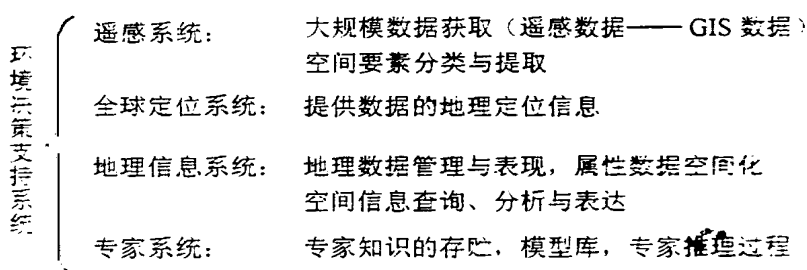


图2 环境决策支持系统集成的子系统特点

1. 应用模式

利用现有成熟的软件如 GIS 系统如 ARC/INFO、MAPINFO、INTEGRAL 等, RS 软件 ERMAPPER、PCI 等, 可用 LISP、PROLOG 编制专家系统推理软件。这种方法的局限性在于要求使用者有较强的 GIS、RS 软件应用技术, 和识别 RS 数据、GIS 数据表现的能力等。对决策者而言是勉为其难。

2. 自主开发集成系统

RS 和 GIS 数据的复杂性决定了对应系统是复杂的信息系统, 其开发难度决非一般 MIS 开发所能比的, 因此, 从底层用 C/C++ 语言开发难度非常大, 需要投入极大的人力物力, 同时必须对系统进行良好的设计才能满足系统的易用、易扩展等性能。

3. 应用现代信息技术的系统集成方案

系统集成方案是指将现有 GIS、RS、ES 等成熟软件包中的可重用组件, 重新融合为新的实用决策软件系统。本文推荐并着重阐述这种思想下的环境决策支持系统的设计。

信息系统设计的开发路线紧密依赖于最新的信息技术的发展, 尤其是软件技术的发展。从汇编 → FORTRAN → Pascal → C → C++ → Visual Basic, Visual C++, Delphi, ... 的编程语言发展; 从结构化 → 面向对象 (OOP) → COM 技术 (OLE、ActiveX) 软件设计技术的发展, 不断提供新的、简洁实用的设计方案和更加完善丰富的功能。结构化程序设计方法通过将系统结构化、模块化, 自顶向下、逐步求精进行分解, 以此指导软件开发的方法, 它并不涉及“代码重用”; 面向对象技术建立在对象的封装、继承、多态等性质上, 使软件开发者能够建立可重用的软件模块, 是源代码级的重用, 而不是二进制代码的重用标准, 从而无法在不同系统、语言、产品中实现代码重用, 同时也不能解决重用的修订问题。组件对象模型 (COM) 技术是微软公司提出的使编程对象或组件在二进制人工码上的重用标准, 并基于 COM 技术产生了 OLE、ActiveX 等技术, 基于这种方法建立的代码模块能集成在其他软件或系统中, 从而使程序设计和开发的工作量大大减轻。以下讨论的建模结构就是基于 OLE 技术, 通过重用其它软件中的功能模块达到简化系统设计和系统实施的目的。

五、环境决策支持系统模型

1. 系统开发模型

环境决策支持系统系统开发模型如图 3 所示, 其中控制引擎根据用户的输入产生控

制信息序列,按需要调用 RS、GIS、ES 引擎;RS 引擎根据控制命令,利用 RS 数据库和模型库,提取环境分类信息等,产生 GIS 数据;GIS 引擎根据控制命令,利用 GIS 数据库和模型库,进行空间查询、分析和表达,提供可支持决策的可视信息;ES 引擎利用专家知识和推理模型,评估决策者选择的可行性,和产生命令序列,以供控制引擎调用 RS、GIS 引擎,同时提供 ES 模型库、知识库的修改功能。

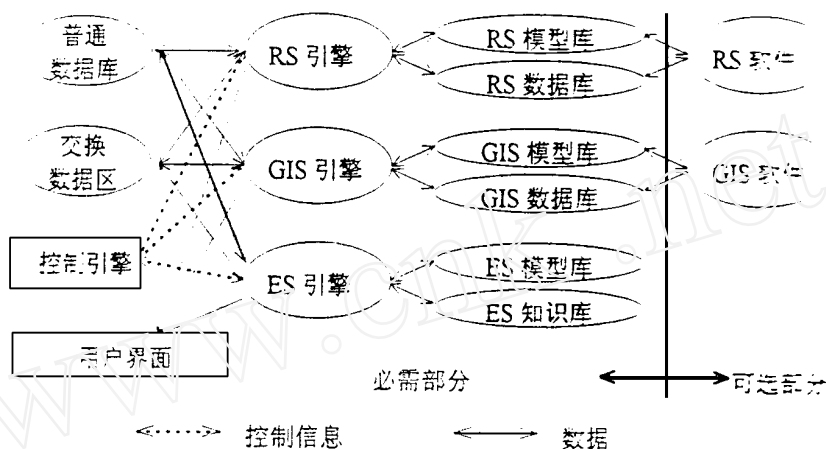


图 3 环境决策支持系统设计模型

RE、GIS、ES 引擎都是在充分利用成熟软件包的可重用的 COM 组件基础上,进行集成与综合。三者都可从普通数据库获得必要的信息,之间的数据交换通过数据交换区完成。输出,尤其是 GIS、RS 的图形表达输出,将直接输出在图形用户界面,并同决策者交互。

普通数据库,如:Oracle、SQL Server 或 Sybase 数据库等,用于存贮各种非地理数据。在 RS、GIS、ES 引擎之间的互相调用过程中,数据交换区用来存贮临时交换数据,其数据也可被控制引擎分析,并从中提取控制信息。用户接口包括图形用户界面和其它输入输出,用户由此输入信息,同控制引擎交互。

在此系统中,RS、GIS 软件是指现有成熟的软件包,通过它们来更新 RS、GIS 模型库、数据库和知识库。将这两部分设计为可选部分是因为:1. RS、GIS 软件功能过多,难以在相应引擎中完全包含;2. RS、GIS 模型库、数据库和知识库的更新需要较强的专业背景知识,因此此可选部分用于专业人员更新 RS、GIS 模型库和数据库。对于供决策者使用的系统可不提供这些部件。

2. 开发难点

ES 模型库、知识库的建立:环境问题发生、发展、变化的原因和表现的形式很多,专家的判断同经验、知识、时空特性、外界环境等密切相关,不同专家之间的判断也不尽相同,故抽象出专家的知识推理机制有一定的难度,另外环境问题的模糊性,也决定了专家的判断的非绝对性,在这方面,可考虑灰色理论与决策、模糊推理方法。

实用可靠的 COM 控件(OLE 控件或 ActiveX 控件)的获取:当前这方面可用控件还不是很多,功能上也不尽完善,尽量找到功能强大、性能良好的控件,可大大减轻编程的难

度和工作量。

数据交换技术:RS、GIS、ES 之间有大量的数据交换,包括控制信息和结果数据,如何在三者之间进行无缝的连接,需要仔细设计数据间交换方式。

交互语言设计:可制定命令式交互语言或脚本语言,良好的交互语言和交互方式能激发决策者使用系统的兴趣,并有效地提高决策效率,结构良好的交互语言也能简化系统分析决策者命令的过程,提高系统性能,这方面应在同使用者充分协商的基础上制定标准。

六、应用案例

本文以一个沙漠化防治决策支持系统,来说明本文模型所建立的环境决策支持系统的应用过程。

1. 静态数据建立

•从环境遥感影像图提取沙漠化信息(如沙化分布、植被类型等)所需的遥感数据解译方法,及其方法库和模型库的建立;

•普通数据库建立,包括各种可用数据;

•地理数据库建立,行政图、水源图、高程图等;

•ES 引擎利用历史观测数据,如风沙量、降雨量、温度、植被等数据抽取各变量对沙化过程的模糊推理关系,或直接从专家处获取知识;

2. 动态数据建立过程

•环境的环境遥感影像图由技术人员输入到 RS 数据库中;

•RS 引擎利用 RS 模型库从环境遥感影像图提取沙漠化信息,包括沙化程度、植被类型等,并产生沙化分布 GIS 图;

•用 RS 引擎或 GIS 引擎将 RS 引擎产生的 GIS 图挂接到 GIS 数据库;

•GIS 引擎表现沙化图,并同普通数据库结合产生各种专题地图;

3. 决策过程

设备选方案有建防护林带、种植防沙化作物等。

ES 引擎推理库中包括以下推理机制:

IF 决策方案可行 THEN

经济费用、水源供给、建设周期满足

则在决策人员向系统提交一项决策方案是,系统将自动对经济费用、水源供给、建设周期等进行估算,或利用数据库已有数据、或要求决策人员提供,如各项条件满足,系统则会对该决策方案进行汇总输出,并利用适当模型评价此方案。

决策者在向系统提交不同的方案之后,便能利用系统输出选择合适的决策方案。

系统在决策过程中涉及到 GIS、RS 数据的处理和分析,交由 GIS、RS 引擎完成。

七、总 结

当前 GIS、RS、ES 等技术已在环保领域得到大量应用,但是大多只能提供低层次的辅助决策功能,环境系统的开放性、复杂性、动态性等特点说明了环境决策支持系统建立的必要性,而 GIS、RS、ES 技术包括 GPS 技术可以成为环境决策支持系统的技术基础。本

文提出了在 GIS、RS、ES 基础上建立环境决策支持系统的思想,着重强调了利用当前先进的软件技术,如 COM 技术,进行系统开发模型的建立和应用,重点在于开发技术的实用性。

参 考 文 献

- [1]论自动化和智能化空间对地观测数据处理系统的建立,李德立,环境遥感,9(1):1-9(1994)
- [2]GIS 与 ES 的结合及其应用初探,黄波、王英杰,环境遥感,11(3):234-239(1996)
- [3]空间决策支持系统通用软件工具的试验研究,阎守邕、田清等,环境遥感,11(1):58-77(1996)
- [4]微机决策支持系统应用实例,雷家肃、雷震等,陕西电子编辑部,1989 年
- [5]Geographic Information System Technology and Its Application in Civil Engineering J. E. Moore;S.Jitprasithsiri;H. Lee, Civil Engineering System, 12,21-35(1995)
- [6]Machine Learning and Its Application To Civil Engineering Systems,Hani G. Melhem; Srinath Nagaraja,Civil Engineering System,13:259-279(1996)
- [7]Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-oriented Data Modelling,Camara, Gilberto; Souza, Ricardo Cartaxo Modesto; etc, Computers & Graphics (Pergamon) 20(3) 395-403(1996)
- [8]Integration of a Rule-based Expert system with GIS through a
- [9]Relational Database Management System for Forest Resource Management, Author: Loh, Douglas K.; Hsieh, Yr-Te C.; etc, Computers and Electronics in Agriculture 11:2-3 215-228(1994)

A DEVELOPING RESEARCH OF ENVIRONMENTAL DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM UNDER THE SUPPORT OF INFORMATION TECHNIQUES

Hou Jixiong Jia Haifeng Cheng shengtong

(Environmental Department, Tsinghua University, Beijing 100084)

ABSTRACT

GIS, RS and ES techniques have been used widely in the fields of environmental protection. However, current application systems work only as tools of low-standard decision-making. To support a higher-standard decision-making, this article put forward the construction of environmental decision-making support system (EDSS). In this paper the characteristics of environmental system, GIS, RS, ES are briefly introduced, and common methods of building EDSS are proposed. After the short introduction of current software technique, a developing model of EDSS are explained, where it is pointed that using Component Objective Model (COM) technique to integrate GIS, RS and ES into a EDSS is a efficient and easy method. At last, a procedure about the usage of the system is proposed.