

文章编号: 1671-8860(2004)10-0877-04

文献标识码: A

# 基于工作流的协同空间决策支持系统的研究

张雪松<sup>1</sup> 边馥苓<sup>1</sup>

(1 武汉大学空间信息与数字工程研究中心, 武汉市珞喻路129号, 430079)

**摘要:** 分析了协同空间决策支持产生的背景, 结合当前应用日益广泛的工作流技术, 提出了基于工作流的协同空间决策支持的概念框架, 描述了其技术实现方法与过程, 给出了工作流中的决策者模型、空间数据库与模型库管理方法。以某城市规划信息系统为例, 对以上方法给予了验证。

**关键词:** 空间决策支持系统; 计算机支持的协同工作; 工作流; 地理信息系统

中图法分类号: P208

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, 在地理信息系统(GIS)和决策支持系统(DSS)基础上应运而生, 并在国内外越来越引起广泛的重视<sup>[1~3]</sup>。SDSS能克服传统GIS缺少对复杂空间问题决策的有效支持能力, 因而能更好地满足各级决策者的需要。但是, 随着社会和科技的加快发展, 支持单一用户的SDSS却难以胜任面向工作组的群体协同决策, 因而, 很有必要对SDSS予以扩展, 以能够支持工作组对可选择方案进行生成、分析、解释, 以获得一致认识, 计算机支持的协同工作(computer supported cooperative work, CSCW)技术的产生为满足该需求提供了条件。这样, SDSS与CSCW的结合便产生了协同空间决策支持系统的崭新研究领域<sup>[2~7]</sup>。

对于CSCW, 工作流(workflow)技术的研究和应用是其重要方面。工作的流程化是现代社会专业分工的基础, 随着分布网络的扩展和企业业务重组技术(business process reengineering, BPR)的发展, 工作流技术的发展更加迅速<sup>[6~8]</sup>。因而, 基于工作流的协同空间决策支持系统(workflow-based collaborative spatial decision support system, WSDSS)作为协同空间决策支持系统的一个特例, 对于当前“电子商务”与“电子政务”的建设具有重要的应用价值。为此, 本文在分析工作流技术的基础上, 提出了基于工作流的协同空间决策支持的概念框架, 描述了其技术实现方法与过程。

## 1 基于工作流的协同空间决策支持系统

由于工作流是CSCW的一种特殊形式, 因而基于工作流的协同空间决策支持系统(WSDSS)具有一些特点: ① 工作流中的决策者具有明显角色特性, 不同的角色面对不同的决策任务目标, 因而也会采用不同的决策模型, 对数据的访问也有严格的权限控制; ② 在协同决策方式上, WSDSS偏重于异步分布式, 进行这种分布式决策的组织通过工作流联系在一起。组织可以分成多个不同的子单元(工作组或个人), 各子单元拥有各自完备的决策支持模型, 根据其任务、目标和环境提出观点, 独立地工作。但是, 各子单元的工作又是相互影响、相辅作用的, 它们通过工作流共享观点, 协同工作。

### 1.1 工作流中的决策者模型

决策者的身份验证与组织机构管理是构建基于工作流的协同空间决策环境的基础。不同的决策者处于不同的部门或工作组, 担任不同的职务, 具有不同的角色, 在决策过程中也拥有不同的权力与职责, 因而, 也会关心不同的问题域, 偏重不同的决策支持模型, 拥有对数据库不同的访问权。为此, 在决策者模型中要区分决策者、部门、工作组、职务和角色5个基本概念。决策者直接对应于协同决策环境中实际存在的每一参与者, 每个

决策者根据其决策目标任务可能具有一个或多个角色,而每一个角色下面也会对应着一名或多名决策者。部门一般是由地理位置相同而且在企业内部具有相同任务目标的决策者组成的,在部门中根据责任的不同设置并划分了多个职务,职务间形成上下级的关系,下级对上级负责。为了适应其他临时变化,不同部门、不同职务、不同角色的决策者可以动态地组织在一起,在一段时间内形成一种临时组织,就是工作组。部门和职务是面向职能而设置的,角色和工作组是面向过程而设立的。决策者模型中的这五种实体之间具有组成、负责、资格与设置等4种关系,如图1所示。

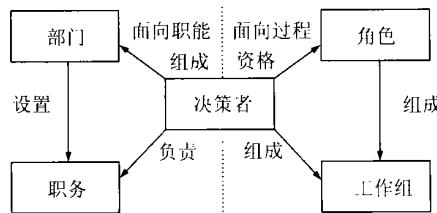


图1 工作流中的决策者模型

Fig. 1 Model of Decision-Makers in Workflow

## 1.2 空间数据库

在基于工作流协同空间决策环境中,空间数据库的并发控制与一致性检查相当重要。传统的空间数据库管理方式难以胜任这一要求,空间数据库引擎正是解决该问题的良好方法。空间数据库引擎提供存储、查询、检索空间地理数据,以及对空间地理数据进行空间关系运算和空间分析的程序功能集合,通过它能够实现多用户对地理空间数据的透明访问、共享和互操作,从而建立真正意义上的分布式空间地理数据库。空间数据库引擎在三层客户/服务器体系中位于中间层上,又由管理层、空间分析层、空间数据组织层等多个子层组成,如图2。其中,管理层承担多用户管理与多空间数据库管理;空间分析层提供对空间地理数据必要的空间关系运算和空间分析功能;空间数据组织层主要负责对分布式多空间数据库的检索,位于空间操作算法和地理对象之间,能通过筛选,排除大量与特定空间操作无关的地理对象,从而缩小了空间数据的操作范围,提高了空间操作的速度和效率。

在协同空间决策环境下,通常有两种方式确保多用户对同一空间地理数据并行处理时的数据一致性。第一种方式是当某一用户对空间地理数据进行编辑修改时,系统将该数据进行锁定,在编

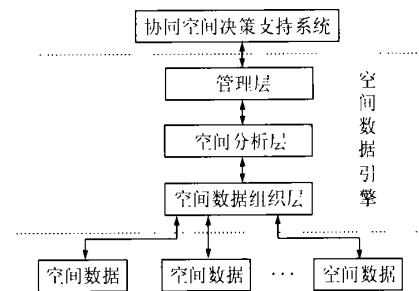


图2 空间数据库引擎结构

Fig. 2 Structure of Spatial Database Engine

辑用户提交对该数据的修改前,其他用户不能使用。显然,该方式有很明显的局限性,不能真正实现对数据的多用户并行操作。第二种方式是在用户对某一空间地理数据编辑修改时,系统给编辑用户提供的并非源数据,而是它的一个拷贝。这样,多个用户就可以对同一图层的多个数据拷贝进行操作,明显地提高了效率。然而,它需要系统对多用户的编辑结果进行冲突处理,以保证编辑后数据的一致性。因而,此时系统应该将结果冲突以图形的方式显示出来,用户可以通过自己的分析、判断,使用特定工具合理地处理编辑结果的冲突。研究表明,后一种方式能够很好地满足协同工作环境的需要。

## 1.3 模型库

模型库及其管理系统是SDSS的重点和核心,在协同决策环境中显得尤为重要。在工作流中,决策者具有明显的角色之分,不同的决策角色所采用的模型各有侧重点。在WSDSS中模型库管理系统应能识别工作流中不同的决策者角色,自动地从模型库中调用相关模型,并以用户界面的形式提交给该决策者。为此,按照文献[9]的方法建立模型分类体系与模型字典,同时在模型库中引入决策者角色编码概念。模型分类体系一般可描述为:

$$M_0 = \{m_i \in M \mid R_i\} \quad (1)$$

式中,  $M_0$  为总体模型体系;  $R_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) 为分类关系;  $m_i$  为第  $i$  类模型功能群。

$$m_i = \{m_{ij} \in m_i \mid R_{ij}\} \quad (2)$$

式中,  $R_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ) 为第  $i$  类模型群的分类关系;  $m_{ij}$  为第  $i$  类模型群中第  $j$  个具体模型,  $m_{ij} = f_j(e_{ij}, r_{ij})$ , 其中,  $f_j$  为具体模型描述;  $e_{ij}$  为具体模型方法变量;  $r_{ij}$  为具体模型方法关系。将决策者以具体决策角色分类编码,然后把它与相关决策模型建立映射关系:

$$R(d) \rightarrow m_{ij} \quad (3)$$

式中,  $R$  为决策者角色分类编码;  $d$  为决策者;  $m_{ij}$

为第  $i$  类模型群中第  $j$  个具体模型。在软件设计过程中,可以在数据库中建立两个数据表,结构分别为(决策者,角色分类编码)与(角色分类编码,决策模型代码),通过它们就可以将决策者与其使用的决策模型关联起来。方法库及其管理系统与模型库类似,本文不再赘述。

## 1.4 系统框架与集成方法

按照以上描述的方法,以工作流技术为协同支持,以 GIS、模型库、知识库、数据库(包括空间数据库)为主要内容,就可以构建一个完整的 WSDSS 模型,图 3 为 WSDSS 模型框架。其运行机制是:用户登录系统后,决策者管理模块根据其用户名信息判断其决策角色,进而通过工作流引擎分配其决策任务与目标,同时反馈其他决策者的相关意见。系统综合以上信息,自动为该决策者

者生成个性化的决策支持界面, 提供相关决策模型与 GIS 空间分析与表现工具, 展示其他决策者的意见。决策者在决策过程中借助工作流能实时与其他决策者交流, 完成决策后系统将其结果自动传输给相关的其他决策者。其中, 工作流引擎是工作流管理系统中为业务流程实例和活动实例提供运行环境的软件服务, 是整个工作流管理系统的核心, 负责识别、解析工作流定义, 并创建、管理和维护流程实例, 与参与者或者应用程序进行交互, 提供事件日志和数据备份、恢复等功能, 它是确保协同工作环境正常运行的“神经中枢”。

为实现 GIS 功能软件、模型库管理系统与数据库管理、工作流管理系统等多个异构功能模块无缝集成,本文采用组件技术,将它们组合在同一个容器中进行信息交互,表现出统一的操作界面。

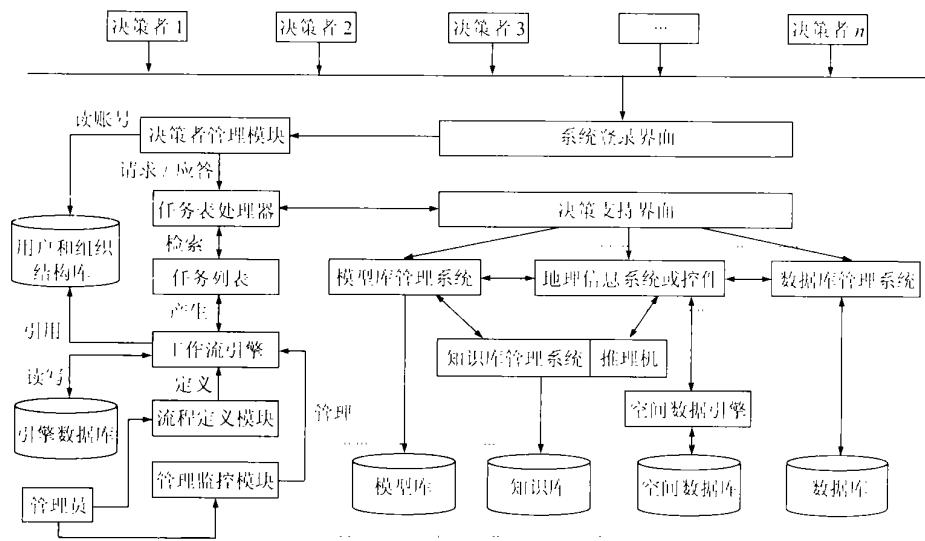


图 3 基于工作流的协同空间决策框架

Fig. 3 Framework of Collaborative Spatial Decision-Making Based on Workflow

## 2 实 例

本文以某城市规划管理信息系统为例,按照以上技术思路与方法,构建了一个简易的基于工作流城市规划协同决策支持系统。系统以 Visual Basic 6.0 为集成开发环境,通过 ActiveX 数据访问对象(ADO)和数据环境(DE)等技术与工作流数据库链接,采用 ESRI 的 GIS 组件 MapObjects2.0 完成空间数据分析与可视化,以 ESRI 的 ArcSDE 为空间数据引擎。工作流管理系统以 Visual C<sup>++</sup> 与 Delphi 开发,通过调用动态函数库(DLL)的方式实现与其他模型程序之间的数据传递和数据表现,构成统一的无缝界面。以建设用

地规划审批为例,其流程为规划选址→规划定点→规划审批→发证审批,图4为规划局用地科负

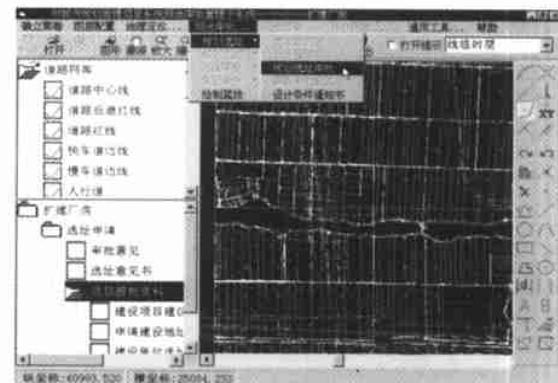


图 4 决策者界面

Fig. 4 Interface to Decision-Makers

责人对用地申请的规划选址审批决策界面,在左边树结构视图中可操作空间数据库,并可调阅相关决策者的审批意见,功能菜单中有相关决策支持模型工具;右边快捷按钮为空间图形绘制工具。

### 3 结 语

随着社会与科技的快速发展,支持个人决策的空间决策支持系统已经无法满足人们对于关系到长远发展的重大问题的决策需要,集众家之长,协同研究决策成了必然趋势。协同空间决策支持系统能够帮助决策者们理解复杂的空间问题和环境,促进决策者之间的相互交流,增进它们之间的了解和信任,提高决策的科学性和民主化,对于当前电子政务建设具有重要现实意义。

### 参 考 文 献

- 1 阎守崑,陈文伟. 空间决策支持系统开发平台及其应用实例. 遥感学报, 2000, 4(3): 239~244
- 2 Malczewsk J. Spatial Decision Support System . <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc> 2002
- 3 Fundamental Research in Geographic Information and Analysis. NCGIA Technical Report. University of California, National Center for Geographic Information and Analysis 1989~1997
- 4 Feber, Brenda G. Extending Electronic Meeting Systems for Collaborative Spatial Decision Making: Obstacles and Opportunities. NCGIA Technical Reports. University of California National Center for Geographic Information and Analysis 1989~1997
- 5 刘纪平. 协同空间决策的概念、过程与特点分析. 测绘学院学报, 2003, 20(1): 54~57
- 6 顾君忠. 计算机支持的协同工作导论. 北京: 清华大学出版社, 2002
- 7 Banno L, Schmidt K. CSCW: Four Characters in Search of Acontext. The 1st European Conference on Computer Supported Cooperative Work (EC-CSCW '89), Gatewick, 1989
- 8 Hollingsworth D. The Workflow Reference Model. Workflow Management Coalition. <http://www.wfmc.org>, 2002
- 9 王桥,吴纪桃. 空间决策支持系统中的模型标准化问题研究. 测绘学报, 1999, 28(2): 172~176

第一作者简介: 张雪松, 博士生, 工程师。现从事 GIS 理论及其应用研究。代表成果: 萧山市规划管理信息系统, 汕头市基础地理信息系统, 建始县土地利用数据库系统等。

E-mail: zxsgis@263.net

## Collaborative Spatial Decision Support System Based on Workflow

ZHANG Xuesong<sup>1</sup> BIAN Fuleng<sup>1</sup>

(1 Research Center of Spatial Information and Digital Engineering, Wuhan University,  
129 Luoyu Road Wuhan 430079, China)

**Abstract:** This paper analyzes the origin background of collaborative spatial decision support system, and characteristics of workflow. Then, a conceptual framework and key technologies of collaborative spatial decision support system based on workflow are given, in which the methods for organizing decision-makers and spatial databases and mode bases are specially described. Finally, it is testified that the above methods are correct and efficient.

**Key words:** spatial decision support system; computer supported cooperative work; workflow; geographic information system

**About the first author:** ZHANG Xuesong, Ph. D candidate, engineer. His major research orientation is the theory and application of GIS. His major achievements include: Xiaoshan information system of urban planning and management; Shantou primitive geographic information system; Jianshi database system of land use etc.

E-mail: zxsgis@263.net

(责任编辑: 涓涓)