

协同 GIS——CoGIS 概念初探

胡雪莲 程承旗 孙永军 马蔼乃

(北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘 要 论文从分析 GIS 发展的角度, 提出了协作 GIS (Cooperative GIS), 即协同操作的地理信息系统, 简称 CoGIS。分析了 CoGIS 中天、地、人、机关系, 指出 CoGIS 是面向群体用户、支持人人交互的 GIS; 讨论了 GIS 组通讯问题, 并指出 CoGIS 要体现以人为本的思想。CoGIS 是在计算机支持协同工作 (CSCW) 的基础上, 面向空间问题, 融合了地理信息、地理数据、GIS 操作及应用等方面的复杂性, 因此 CoGIS 不同于一般的 CSCW 应用, 其在军事指挥、应急响应、电子政务、虚拟企业等领域及群体协作的应用中将有很好的发展前景。

关键词 地理信息系统 (420·3040) 协同 GIS 天地人机关系 协作群体 人人交互 复杂性 共享 虚拟现实 Agent

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2003)06-0715-06

The Concept of CoGIS

HU Xue-lian, CHENG Cheng-qi, SUN Yong-jun, MA Ai-nai

(Institute of Remote Sensing and Geographical Information System, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Based on the analysis of the development of GIS application and technology, this paper brought forward the concept of CoGIS, namely Cooperative Operation GIS. Outer space-earth-man-computer relationship in CoGIS was analyzed, CoGIS was GIS supporting human-human interaction, and geographical information group communication in CoGIS was discussed, all of which made it differ from former GISs. CoGIS should embody the human oriented idea. Then, the characteristics of general CSCW application and the complexity of Geographical Information Science were analyzed, and the conclusion that CoGIS was not a simple GIS layer on CSCW was reached. Further, this paper brought forward the research content of CoGIS, and discussed some of them in detail as following: modeling theory and system architecture, distributed multi-source GIS and knowledge sharing platform, group spatial decision making, CoGIS and VR (virtual reality), CoGIS and multi-agents. Finally, this paper analyzed CoGIS application mode in brief.

Keywords Geographic information system, Cooperative Operation GIS, Outer space-earth-man-computer relationship, Cooperative group, Human-human interaction, Complexity, Sharing, Virtual reality, Agent

0 引 言

由于地理信息的复杂性, 以及软件技术的不断发展, GIS 的应用领域不断扩展和深化。其中, 有以下 3 个趋势值得关注:

(1) 走向社会化, 融入其他信息服务, 促进人与人之间有关空间信息的通讯, 表现为位置服务 (LBS-Location Based Service^[1])、移动 GIS、社会 GIS;

(2) 真三维以至多维的、动态的地理信息的可视

化, 力图模拟一个更真实的数字地理空间;

(3) 进一步与其他各专业领域结合, 侧重于向专业领域的地理信息模型^[2]发展。但是, 在实际生活中, 绝大多数工作都是在特定的群体环境中, 由群体成员互相协作、共同完成的, 特别地, 随着网络技术的发展, 人们已不满足于简单的人机交互, 而是希望通过联网的计算机来促进人与人之间的信息交流。传统的单用户模式限制了可解问题的复杂度和求解的效率, 它正受到分散在不同计算机上, 由各个用户分工协作, 以高效求解复杂问题。

基金项目: 科技部 863 项目 (2001AA136030)

收稿日期: 2002-10-30; 改回日期: 2003-02-13

1 CoGIS 概念的提出

面对群体用户,需要研究涉及地理信息的工作群体成员间的协同工作,即研究工作群体成员如何基于地理信息协同工作,如何建立协作方式,特别是计算环境如何支持工作群体的 GIS 工作,进而设计与开发支持 GIS 协作的计算机应用软件系统。该系统提供一个工作平台,支持虚拟群体依赖于空间信息的协同工作,它可访问共享的多种信息,包括虚拟场景,群体用户可以以此平台进行空间信息编辑、分析、仿真模拟、会商、决策。这完全是一种新型的地理信息系统,即协作地理信息系统(Cooperative GIS,简称 CoGIS)。把 CoGIS 定义为:“一组或多组异地的用户,借助计算机及其网络技术,基于地理信息共同协调与合作来完成一项任务”。用户群共同任务和共享环境是 CoGIS 有别于其他 GIS 系统的关键。CoGIS 是一跨学科的新研究领域,其不仅仅需要地理信息科学、计算机学科的支持,还涉及社会学、心理学、组织理论、人类工程学、认识科学等学科。

信息社会实质上是人机系统,而地理科学研究人地系统,地理信息科学研究的是天地信息一体化网络系统^[3]。从地-人-机一体化关系的框架来看 CoGIS,与以往 GIS 相比,从人-人关系看,CoGIS 要实现从单用户封闭环境向群体用户协作环境的扩展;从人-机关系看,要实现多用户接口,实现人-机交互向人-人交互的发展;从机-机关系看,CoGIS 需要组通讯的支持。与已有 CSCW 研究和应用相比,CoGIS 在每个成员的屏幕上要反映一个数字的人地系统,因此在数据和应用上具有着更大的复杂性。

1.1 CoGIS 体现以人为本的思想

因为 CoGIS 引入了人-人关系,所以 CoGIS 就要研究涉及地理信息群体工作中人与人之间的关系、群体本身的特点和群体工作的特点,即为群体协作模式。例如考虑协作成员间的关系,就有集中控制下的协作和平等协作;考虑成员间信息交流对时间限制的要求,则有同步协作和异步协作。群体成员可能来自不同学科和不同领域,因不同成员的地理认知,对地理概念、规律和 GIS 本身的认识不一样,再加上社会、心理等多方面的影响,以及地理分布的因素,成员在协作过程中不可避免地就要产生冲突,这就带来了组通讯、协作机制、并发控制、感知技术和同步机制等一系列问题,而这些问题都是以前的

GIS 中所没有的。在 CoGIS 上的协作过程,实质上就是协作群体的地理认知过程。在这个过程中,人作为协作的主体,是协作任务的制定者、协作过程的管理者和具体任务的执行者。因此在 CoGIS 的研究和开发过程中,自始至终都要体现以人为本的思想。

1.2 CoGIS 是面向群体用户、支持人人交互的 GIS

从 GIS 的用户及其与人的关系来看,GIS 的发展可以划分为两个阶段:面向非群体用户,支持人机交互的 GIS 与面向群体用户,支持人人交互的 GIS。面向非群体用户,支持人机交互的 GIS 包括以前所有的 GIS:集中环境下的 GIS,包括 GIS 模块、集成式 GIS、模块化 GIS、核心式 GIS;网络环境下的 GIS,包括组件式 GIS、Agent GIS^[1]和 Web GIS、CyberGIS。其中,组件式 GIS 关注的是运算的分解与分布,Agent GIS 关注更多的是各个软件构件间协作的自动化、智能化,而 Web GIS、CyberGIS 以及 CoGIS 都可以以组件技术、Agent 技术实现;Web GIS、CyberGIS 关注较多的是数据、运算、应用的分布,其运算分布只是一种主从式(客户/服务器、浏览器/服务器计算模式)的划分,关注的焦点在于客户、服务器计算划分的策略与实现技术,虽然同时有多个用户,但用户只是与对方服务器交互。这些系统的目的是营建一个单用户工作氛围(使用户感觉不到其他用户的存在,而只有其本身在使用计算机),也就是说,人们工作在封闭的计算环境中。但是现实世界中,更多的是人与人之间的交互与协同,所以说 CoGIS 是一种更人性化、更高效的 GIS 应用,它将改善人们进行信息交流,特别是地理信息交流的方式,提高涉及地理信息群体工作的效率。曾有人研究了基于事件的 GIS^[5],部分引入了 CSCW 的协同机制,但是并没有系统地研究并提出 CoGIS 的概念。在常规 GIS 的基础上,CoGIS 还要研究地理信息组通讯、地理信息协同机制(群体协作模式、协作控制机制、同步机制、信息安全控制、多用户接口等),要对常规 GIS 进行扩展,使其满足地理信息群体工作的要求。所以说,CoGIS 是 GIS 发展的崭新阶段。

1.3 GIS 组通讯规范

组通讯是协作的基础。组通讯是为了实现群体成员间的相互理解,所以通讯是有目的的通讯。为此,在 CoGIS 中,要从 GIS 数据结构、数据模型、可视化及 GIS 操作语法语义等不同层次,从用户与服务器、用户与用户两方面研究适于 GIS 的组通讯规范。

1.4 CoGIS与其他CSCW应用的差异

CoGIS不是简单地在CSCW上附加一层地理信息应用,与已有的CSCW研究和应用相比,CoGIS在数据和应用上,面临着更大的复杂性,这是由地理信息科学本身的复杂性带来的。

(1)一般的CSCW主要有 workflow 管理系统、多媒体计算机会议系统及协同编著和协同设计系统等。在 workflow 管理系统中,workflow 是指在多人参与的办公事务中,一系列顺序的或并行的操作步骤,workflow 管理系统就是对 workflow 的管理提供辅助支持,自动完成有关信息交换,如 IBM FlowMark;多媒体计算机会议系统可将不同会场与会人员的活动情况、会议内容以及各种信息及时传递给每个与会者,需处理音频、视频、协作数据等信息,如美国 Cornell 大学的 Cu-SeeMe 系统;协同编著和协同设计系统为在不同时间和不同地点的用户提供以协作方式完成多媒体文档编著和产品设计的工具,如:美国 Michigan 大学的 DistEdit 就是一个典型的协同编著系统^[6]。对 workflow 管理系统、协同编著和协同设计系统、多媒体计算机会议系统来说,传送的数据类型、数据量及操作系列都是相对固定且有限的。

(2)CoGIS 的研究对象包括地理现象、地理认知、地理概念、地理信息、地理数据、GIS 操作、地理信息模型(地理规律)、地理信息传播、地理信息协同机制(包括协作模式、协作控制机制、同步机制、信息安全控制、多用户接口等)。地理现象是复杂性现象,研究地理信息机理的地理信息科学是复杂性科学。地理现象具有非线性、复杂性、相似性、区域性、时序性的特点^[7],导致了地理数据、GIS 操作、地理专家系统、管理信息系统、辅助决策系统^[8]的复杂性。

就地理数据而言,要同时表达地理现象的空间特征、属性特征、时间特征,目前还很难找到一个统一的数据模型。现有的地理数据模型^[9]有矢量模型、栅格模型、数字高程模型、面向对象模型、矢量和栅格混合模型等。地理数据种类繁多,数据量特别是遥感数据量大,因此对地理数据的研究就显得尤为重要,特别是对具有开放性的 CoGIS 系统而言,地理数据的研究涉及地理数据的元数据、组织管理、存储、查询、传输、压缩、显示、转换、融合、安全等方面。

从地理数据操作来说,常规的分析^[9]就有空间特征的几何分析、数字地面模型分析、网络分析、数字影像分析和地理变量的多元分析,并且还随应用的发展不断丰富,而且不同应用领域还有其特定的

地理信息模型,不同的 GIS 之间还要互操作,要在如此复杂的数据之上进行如此复杂的分析操作与决策,并使之同步,其复杂性是一般的 CSCW 应用无法相比的。

从应用模式上讲,异地的一组或多组用户可以基于同一数据或不同数据就同一个问题采用不同的方法来进行讨论,比如说,一个环境学家、一个生态学家、一个土壤学家、一个农业学家、一个经济学家就某一地区的土壤侵蚀展开评价,分别应用环境学、生态学、土壤学、经济学等不同的模型对相关数据进行处理,这个过程实质是对同一个问题的跨领域跨学科的协同工作,不只是对同一个事务的协同工作。

2 CoGIS 研究内容

CoGIS 的研究涉及地理信息、计算机、社会学、心理学、组织理论、人类工程学、认识学等学科,内容主要包括涉及地理信息群体工作的过程和实现技术两方面,CoGIS 的理论、实现技术及应用等,是研究的重点方向。

CoGIS 理论研究

- (1)群体地理认知及空间问题协同解决过程建模;
- (2)CoGIS 系统建模及体系结构;
- (3)地理信息组通信机制;
- (4)地理信息协作机制、并发控制、感知技术、同步机制、安全机制等;
- (5)多用户协同环境中的地理信息、知识共享、融合及集成;
- (6)地理信息协同可视化及协同分析;
- (7)地理信息模型、模型库及协同建模、模拟等。

CoGIS 实现技术

- (1)CoGIS 与虚拟现实技术;
- (2)CoGIS 与多 Agent 技术的结合;
- (3)CoGIS 与 Web Service 的结合等;

2.1 CoGIS 系统模型

CoGIS 系统的基本组成元素可归纳成 7 类:协作主体、协作任务、协作环境、协作机制、协作工具、共享对象、协作事件。

协作主体是一个组,而不是单个人。每个成员要获取并考虑组内其他成员的信息后再与系统交互,直至达到协同的目的,因此,这是一个分布的认识过程,需要用社会动力学及地理认知的理论对组的结构和动态交互机制建模。

协作任务是一个空间问题,需要研究空间问题的时空、社会、技术等特性、任务的分解与合并、空间问题的协同解决过程等,并建立任务模型。

协作环境可分为共享信息空间和协同工作空间,其中,共享信息空间包括系统运行时,在内存中的信息和共享平台中的数据,主要是地理信息;协同工作空间包括支持协同工作的基础设施软件和 GIS 工具,因此简单地说,CoGIS 可看作是 CSCW 和 GIS 交叉的产物。

在 CoGIS 中,协作工具主要是指 GIS 工具,包括地理信息管理、获取、融合、集成、可视化、编辑、分析、建模、模拟等。

CoGIS 中涉及的数据非常多样化,共享对象主要是指协作群体正在处理的地理信息,用于描述系统中数据的协同数据模型是管理共享对象的基础。

为实现协同,成员在共享空间里对共享信息的访问要有协作机制,协作机制是群体在协作过程中所要遵循的规则在 CoGIS 应用系统中的体现,包括协作控制、组接口的一致性、并发控制、同步机制和安全控制机制等。

协作事件可以由成员交互活动产生或系统产生,这就需要研究 GIS 事件的特性和模型。

2.2 CoGIS 体系结构

CoGIS 系统结构(如图 1 所示)采用分层逻辑。

开放系统互连环境提供 CoGIS 协同的基础;协同工作支撑平台主要解决协同工作所需的主要机制和工具^[10](如群体协作模式、协作控制机制、同步机制、信息安全控制、群体成员管理、共享信息管理等等),同时还提供多种功能的实时性、交互性服务等。

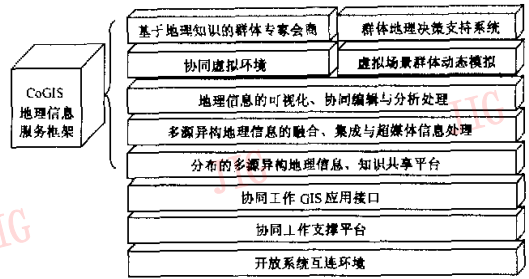


图 1 CoGIS 系统参考模型

CoGIS 地理信息服务框架提供基于地理信息的各项协同服务。在 CoGIS 中,基于地理信息的协同服务在协同工作支撑平台上构架。首先,分布的多源异构地理信息知识共享平台使群体成员在支撑平台和共享平台之上,对多源异构地理数据进行融合、集成、可视化,并实时交互编辑、协同分析;在虚拟现实场景协同建模的支持下,可以支持现场办公会议以及虚拟场景动态模拟;在知识库和逻辑库的支持下,可以进行地理专家会商;在决策模型的支持下,可以在 Web 上共享各类数据和服务,包括地理数据、模型、知识和地理信息服务;在协同工作时,成员可以做虚拟辅助决策,并进行指挥调度。

2.3 CoGIS 与分布的多源异构地理信息知识共享平台

群体工作需要使用共享信息,包括跨地区、跨部门的地理图形、图象、属性、地理知识、模型及其他数据等,因此对这些资源要用元数据、元知识机制管理起来,并为协作的群体成员提供支持共享信息检索及存取的工具,以及共享数据及时更新的机制。图 2 为分布的多源异构地理信息知识共享平台结构网。

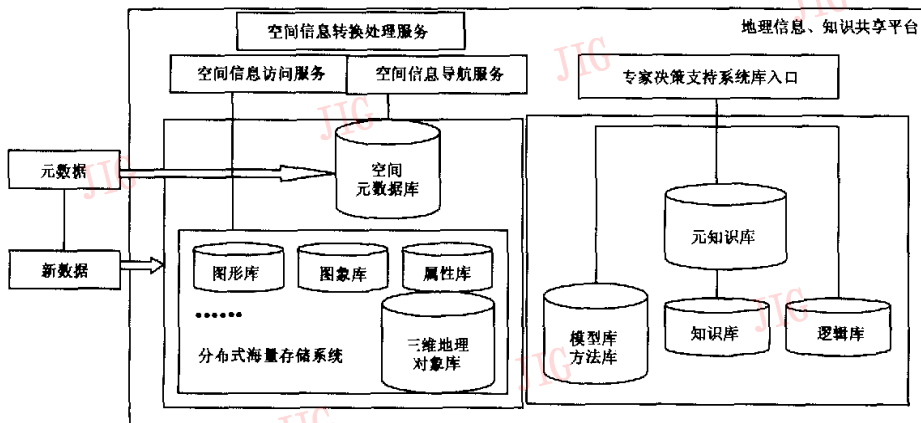


图 2 分布的多源异构地理信息知识共享平台结构图

2.4 CoGIS 中大数据量遥感影像的传输、处理问题

由于遥感数据的大数据量特性,在 CoGIS 这样的分布式系统中,其管理、查询、分发、显示、融合、处理等各个流程都需要研究和特殊处理。因此,在管理上需要研究遥感数据的高效空间索引机制,遥感图象基于内容的查询;在分发上需要研究遥感图象高效压缩方法,还要结合协作任务的划分研究遥感数据的动态划分技术,以减小传输量;在显示和处理上需要研究遥感数据划分与无缝拼接、并行处理、快速显示技术等。

2.5 群体空间决策支持

群体空间决策支持结构图如图 3 所示。在 CoGIS 中,决策者群体通过共享平台获取目标区域的相关数据和知识,进行编辑、查询、空间分析等协同操作,对问题作较为深入的了解;在数据挖掘/OLAP 工具、DSS 分析工具的支持下,运用定量模型、方法和知识,产生对策集,并共同进行模型模拟、评价等,然后通过模拟结果进行讨论、投票,最后确立最优实施方案^[8]。

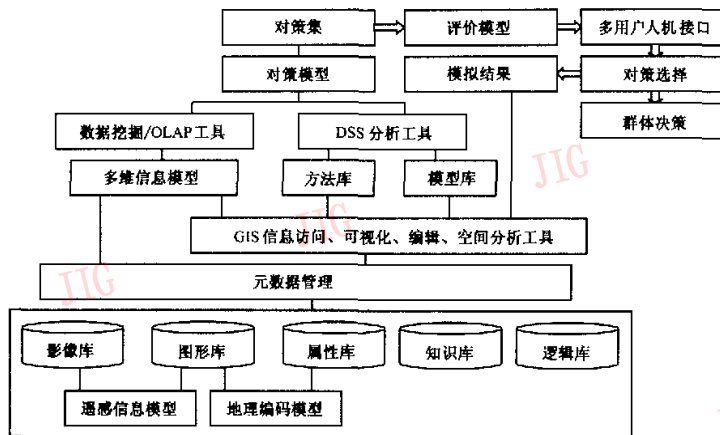


图 3 群体决策支持结构图

2.6 CoGIS 与虚拟现实

虚拟现实是实现协同工作环境的最佳方式^[11]。群体用户通过共享平台获取必要的地理信息共同构建虚拟现实场景,协作者与应用系统之间以及协作者之间的实时和非实时的交互都通过虚拟空间来进行。虚拟现实场景可以使用户产生身临其境的感觉。协作者可以通过控制虚拟角色在虚拟空间中直接相互交流。虚拟空间接收用户发出的所有消息,并做必要的处理和反馈。

2.7 CoGIS 与多 Agent 技术的结合

Agent 概念的核心是描绘一个动态实体,该实体可以通过自学习、自增长,并根据环境来调整自身行为,因而其比静态的过程更能体现协作群体中单个个体的行为特点。通过共同的语言,各 Agent 间可以进行磋商与协作。多 Agent 技术更能体现分布协作^[2]的特点,所以不失为一种实现 CoGIS 的较好技术选择。不同的 Agent 具备相应的能力,并相互协作,如面向用户的 Agent 解决多用户间的交互问题,公共 Agent 提供一些公共的系统服务,用户之间的合作通过 Agent 间的合作来支持和实现。

在 CoGIS 的研究和开发中,还涉及以下技术的研究:(1)地理数据元数据及其组织管理研究;(2)多源、多分辨率、多尺度地理数据的组织管理模型及海量存储系统;(3)大数据量地理数据的高效空间索引机制;(4)多级缓存及缓存管理机制;(5)大数据量地理数据并行处理、快速显示技术;(6)相关性过滤机制;(7)CoGIS 系统的标准和规范问题等。

3 结束语

由于 CoGIS 系统适应了人们群体性、交互性、分布性和协作性等实际工作特点,因此其具有十分广阔的发展前景,在军事指挥、抗洪救灾、交通事故处理、消防以及旅游、虚拟企业等领域都将有着很好的应用前景。

CoGIS 是一个跨学科的新兴研究领域,与传统的 GIS 系统既有一定的联系,又有十分显著的区别。目前对 CoGIS 系统的理论研究尚处于起步阶段,各方面的技术也不成熟,为了满足 CoGIS 系统日益广泛的应用需求,对其理论与技术的研究是十

分迫切和有现实意义的。

参考文献

- 1 Vretanos P ed. OpenGIS discussion paper # 01-023; Web feature service draft candidate implementation specification 0.0.12 [EB/OL]. <http://www.opengis.org/techno/discussions.htm>. 2001-01.
- 2 马谨乃. 地理遥感信息模型[J]. 地理学报, 1996, 51(3): 266~271.
- 3 马谨乃, 郭伦, 陈秀万等. 论地理信息科学的发展[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 1~5.
- 4 罗英伟, 汪小林, 丛升日等. Agent 及基于空间信息的辅助决策[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2001, 13(7): 666~672.
- 5 蒋捷, 陈军. 基于事件的土地划拨时空数据库若干思考[J]. 测绘学报, 2000, 29(1): 64~70.
- 6 史美林, 杨光信. 计算机支持的协同工作: 过去、现在和未来[J]. 计算机研究与发展, 1999, 36(增刊): 149~154.
- 7 马谨乃. 论地理科学的发展[J]. 北京大学学报(自然科学版), 1996, 32(1): 120~129.
- 8 马谨乃. 航天信息与地理信息一体化网络系统及其应用[J]. 北京大学学报(自然科学版), 1998, 34(3): 533~541.
- 9 陈述彰, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- 10 史美林, 向勇. CSCW 研究中的关键技术[J]. 中国学术期刊文摘, 1997, 3(11): 1389~1392.
- 11 王河, 顾君忠. Internet 上协同环境的虚拟现实交互技术[J]. 计算机应用, 1999, 19(10): 17~20.



胡蕾莲 1975年生, 现为北京大学遥感与地理信息系统研究所地图学与地理信息系统专业博士生. 研究方向为地理信息共享平台和协作GIS.



程承旗 1961年生, 教授, 1989年北京大学地理系获环境地质专业博士学位. 主要研究方向为移动GIS和地理信息共享平台.



孙永军 1964年生, 高级工程师, 现为北京大学遥感与地理信息系统研究所地图学与地理信息系统专业博士生. 主要研究方向为遥感信息提取.



马谨乃 1937年生, 教授, 博士生导师, 1960年获北京大学地质地理系获自然地理专学士学位. 主要研究方向为遥感与地理信息科学.