

地理信息共享与开放式地理信息系统技术研究*

阎君¹ 李天峻² 崔伟宏¹

(1 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101) (2 北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘要 地理信息共享和开放式地理信息系统研究是当今地理信息领域的两个热门课题, 其研究与发展将会对整个信息科学和技术的发展起到巨大的推动作用。本文主要从技术角度对地理信息共享和开放式地理信息系统的研究内容、相互关系以及技术实现提出了一些初步的认识。

关键词 地理信息共享, 开放式地理信息系统, 面向对象, 分布式计算

1 地理信息与地理信息系统

地理信息是“表征直接或间接与地理圈内各种现象的数量、质量、分布特征、空间关系和规律等有联系的数字、文字、图形、图像等信息的总称, 具有描述现象本身、记录现象的空间位置和反映现象变化过程3个基本特征”(陈述彭)。“地理信息, 由于它具有区域性、多维性和时序性, 是人类生存和社会活动中连接各种信息, 形成在空间和时间上连续分布的综合信息的基础”^[1]。数字化的地理信息包括以下主要类型: 数字化地图, 例如某区域的行政界线、土壤类型图; 栅格图像数据, 例如多波段 LANDSAT 和 SPOT 图像; 点矢量数据, 例如大地测量控制点图等; 矢量数据, 例如地产测量中的界线、道路和煤气管线等; 三维实体的表现数据, 如数字高程数据、龙卷风模型或由地面探测雷达计算出的地表特征模型; 时间/空间数据, 如土地利用变化和城市扩张的动态时间系列数据; 不同水深条件下, 污水排放口排出的污染物随时间扩散的数据等。

随着技术的进步(例如: 高分辨率的卫星影像系统和全球定位系统 GPS), 采集和使用地理信息的人们和组织的增加, 数据采集的整体速率大大提高。与此同时, 信息技术专家们也逐步意识到信息处理基础正迅速地从简单的表格和记帐簿空间向地图空

间、地理空间转换, 人类的许多活动也愈来愈多地需要地理信息和地理信息的处理。

地理信息处理方法包括了任何使用地理信息的数字计算方法。30多年来, 人们研究开发了许多不同的方法和信息系统来获取、存储、处理和分析地理信息, 如: 地理信息系统(GIS)、地图制图系统、图像处理系统、CAD系统等。其中GIS是近年来迅速发展起来的, 集数据采集、操作、查询、分析等功能于一身的地理信息处理和管理技术, 也是涉及类型最多、范围最广的地理信息集成系统。并有可能逐渐成为今后信息集成的重要工具和手段。

GIS发展到今天, 已经基本实现了空间对象(地物)描述和简单空间分析功能, 其发展趋势正向着复杂空间分析和支持辅助决策的方向发展, 研究范围逐步扩大到与人类社会相关的所有空间对象, 甚至整个自然空间系统。因此, 如何充分利用大量地理空间信息, 研究空间实体的综合特征, 与人类社会的相互作用和复杂联系, 已成为今后GIS要解决的重要问题。与以往的GIS相比, 它应当包含地理空间信息的快速发掘、提取、表达、整合、管理与分析, 更强调地理空间信息的完整性、全面性、空间分析的目的性与有效性, 以及系统的开放性。

1.1 地理信息共享与地理信息系统开放

地理信息共享与地理信息系统开放之间有着极

* 本文得到国家重点科技攻关项目“农业专家决策与信息技术系统研究”(NO. 950190102)的资助

收稿日期: 1997-03-14; 收到修改稿日期: 1997-05-07

为密切的联系:

首先,地理信息系统的最大特点就是涉及了几乎所有地理数据类型。特别是对于象灾情评估、洪水警报等需要快速反应与决策的系统,对信息的需求不仅是多变的,而且是大量的,地理信息的不可互操作性将直接影响其性能和应用效率。因此,地理信息共享是地理信息系统的技术进步和应用推广的基础与保证;

其次,地理信息系统是处理地理数据的重要手段和工具,其主要产品也是各种类型的地理信息。因此,地理信息系统的开放将为地理信息的共享提供主要的技术环境和互操作平台,同时也必然会对地理信息的共享起到极大促进作用。

2 地理信息共享的研究内容与现状

地理信息是一种重要的分布式信息资源。“它既具有社会效益,也具有市场价值,是解决人口、资源、环境和灾害等重大社会可持续发展面临的问题,以及促进社会经济持续、快速和健康发展的基础信息手段。”但是,由于地理信息的数据模型、数据结构以及处理方法的复杂,加上处理方法的相互独立和产品种类的差异,使地理信息的应用与共享受到极大的制约。虽然有些目录存取和空间数据集的浅层浏览可以通过 WAIS 或其它查询系统实现,但由于缺少可操作的技术和环境,对各种空间数据集和相关的数据库档案的远程数据查询始终未能得到解决。因此,在地理信息领域,建立分布式地理处理环境下,可操作的地理信息共享模型与机制就显得尤为重要。

2.1 地理信息共享的技术研究内容

地理信息共享的含义极为丰富,它包含了地理信息标准化、地理信息处理规范、地理信息共享机制、地理信息的稳定支持以及用户合理收费等诸多方面。通过部门间的合作和相关组织的管理,可以建立部门、区域、国家的地理信息标准和机制,同时也能供给其他地区或部门所使用。但这只能部分地解决信息共享问题。

从技术角度来看,地理信息共享可理解为地理信息的互操作,即是指终端用户能够通过单一不变的操作接口,访问异构环境下本地或远程地理信息的能力;也指分布式环境下,通过某一平台获得多种异构数据集和多种异构系统的地理信息处理程序的

能力。基于这一点,我们认为地理信息共享的技术研究内容应当包括:通用的时空数据和处理模型,它应当覆盖所有现有和潜在的时空应用;支持各种类型地理数据的分布式计算环境及数据库管理技术;共享数据空间和支持一系列分析制图应用开发工具与方法;支持异构数据库、异构平台的分布式地理信息系统开发模式;地理信息的互操作标准、规范和协议;各种地理数据的转换标准;为其它应用或系统提供地理信息应用接口标准;地理信息的对象结构标准;提供地理信息的表现、查询、处理、分析、管理等方法的标准;地理数据质量评价和数据传输标准;地理标识符和定位参考标准、规范;开放国家地理信息资源;提炼和扩展地理信息的元数据标准;支持共享地理信息数据和操作的软件规范;交互式地理操作的标准界面。

2.2 地理信息共享的研究现状

为把地理空间信息统一到标准的应用环境中并进一步实现共享,许多国家开展了大量的研究工作。目前从事地理数据共享研究的主要组织和机构有:

(1) 以国际标准化组织 ISO 的 TC211 小组等为核心,包括中国在内 37 个国家和地区参加的地理信息国际标准,主要任务是:数字化地理信息标准化研究;建立地理信息的对象结构标准;为不同用户之间,不同系统之间地理信息的表现、查询、处理、分析、共享、管理和传输方法提供标准;

从 1996 至 1999 年,主要研究课题包括:参考模型、概念设计语言、空间子系统结构、时间子结构、应用规则系统、空间操作、测量参考系统、源数据、地理信息描述、定位服务等^[2]。

(2) 欧洲标准化组织 CERCO 提出,包括 30 个国家参加的地理信息标准组织实施的 GI2000 计划和 EGII 计划,主要研究内容包括:地理标识符参考、数据质量、传输描述、空间数据处理、源数据、定位参考、参考模型、空间数据结构等。

(3) 美国联邦地理数据委员会 FGDC 依据空间数据传输标准 SDTS,负责实施的美国国家空间基础设施计划 NSDI,并通过不同的专题组、委员会发展地理空间数据的应用、发掘、收集和共享方案,制定相应的规范和标准,为全球空间信息基础设施 GSDI 提供标准和技术准备。其主要研究内容有: NSDI 的数据集结构;参考模型标准;开发商业和非商业软件工具的应用、信息和成果的交流;开发国家地理空间数据仓库;提炼和扩展源数据标准;建立

通用分类系统、数据文档和内容的标准,以及共享的通用模型。

(4) 由 70 多个政府部门、研究机构和软件厂商组成的 Open GIS 协会 OGC, 提出为网络环境下共享不同类型地理数据和互操作的开放式协作标准。其主要任务包括: 提供达到共享地理数据和操作的软件规范; 交互式地理操作的标准界面; 提供一个工业论坛以促进分布式地理信息处理的商业化合作开发; 应用新技术标准, 使地理信息处理在开放系统、分布式计算和组件结构等方面与之同步。

我国也开展了一系列地理数据和地理信息系统的标准化研究和制订的准备工作。目前, 由国家计委、教委负责, 北京大学、中国科学院、清华等单位具体实施的“中国国家空间信息基础设施关键技术研究”已正式启动。

3 地理信息系统开放的技术研究

GIS 的发展始终与技术应用密切相关。尤其是在今天, 信息技术的发展和应用需求的拓宽更成为 GIS 前进的主要驱动力。

一方面, 地理数据采集、处理和空间分析等系统功能的不断增强, 使得 GIS 能够广泛地应用于地籍管理、区域发展综合评价、土地资源保护、资源与环境动态监测等诸多领域。然而, 即使是目前较成熟的 GIS 软件, 也仅适用于 GIS 专家或需要专门的技术支持和系统培训的专业技术人员。不但影响了 GIS 的推广, 也限制了 GIS 与其它信息技术的融合, 因而难于满足今天的应用需求。

另一方面, “Internet 模式”为信息产业和信息处理技术带来了一个全新时代。作为信息时代的重要处理工具, GIS 从单机系统到主机系统, 从系统开发工具到系统研究方法, 都很难适应当今的技术进步。

另外, 大量基础数据的重复采集和格式转换也带来了许多不必要的花费。

造成以上问题的根本原因是: 现有 GIS 系统多为彼此孤立的体系, 数据结构各不相同, 数据转换烦琐、复杂, 系统的开放性较差。因此, GIS 开放已成为 GIS 发展的一个主要方向, 同时它也是 GIS 产业走向成熟的一个重要标志。广而言之, 研究开放的 GIS 即是研究分布式环境下实现地理空间信息和操作交互的方法。我们认为, 一个开放的地理信息系统应该具有以下特点: 从系统的信息表达, 到系统的功能都

易于修改和扩充; 支持现有和未来的地理数据共享标准; 提供地理信息应用互操作标准接口; 支持实时访问远程空间数据库和空间信息处理资源的能力。

显然, 要满足以上要求, 传统的 GIS 系统是无法胜任的。然而, Internet 和 WWW 的成功, 为 GIS 的开放提供了一系列参考标准和一整套开放系统和多重互操作规范; 硬件、软件的多样性也为 GIS 刻画了完备的和仍在发展的开放式系统雏形。

3.1 地理空间对象的描述与组织

以往的 GIS 系统中空间数据与属性数据的分离存储, 既不利于空间查询, 也不利于分布式数据管理; 按地图制图的比例尺方法组织信息, 又大大地限制了地理信息的应用级别; 模型中数据和操作的隔离, 以及简单的层次关系难以实现对复杂空间对象的清晰描述, 进行综合性的系统分析, 因此限制了系统的发展。

面向对象技术的引入摒弃了这种程序开发模式, 将现实世界看成一组彼此相关并能相互通信的对象, 以更自然的方式建立空间对象各要素之间的关系。“对象”包含了数据和操作, 使得对空间对象的研究不再是割裂的, 各要素的发展变化能在空间对象内部和系统内部得到客观、全面的描述。

在面向对象系统中, 旧的数据和应用可以通过“封装”继续被使用和运行。通过对 GIS 空间概念模型的研究, 进而构造适合 GIS 研究领域的通用空间数据模型, 为对地理空间更高层次的抽象表示和描述提供有效的方法。还可以将一个分布式地理空间对象的空间分布特征、地理属性、时间属性、网络标识及其操作方法、限定规则等封装在一起, 即能反映对象的本质属性, 又提供了实现对象共享机制的理论根据^[3,4]。对于分布式对象系统, 对象是在客户和服务器之间相互作用的。具有共性的对象组成子类(子类或子对象)。对子类进行聚集抽象, 从具有共性的类中提取更加综合的特性, 构成更高层次的超类(较高级或复杂的对象), 子类继承超类的属性结构和操作。很好地模拟地理学研究中的由一般到特殊和由特殊到一般的演绎归纳过程。

继承可以清晰地表达自然世界中的概念分类、特征和概括等关系。因而非常适合于 GIS 这种表示和处理复杂空间信息的应用领域。

此外, 面向对象系统中的对象都是相互独立的, 它们之间的协作通过发送消息来完成。因此, 在逻辑上具有较强的分布式特征, 易于实现开放的网络系

统中地理空间信息的传输和远程对象的调用。概括起来,采用面向对象技术的优点有:

所有空间实体以对象方式进行封装管理,可以清晰地表达其空间关系;

以对象为基础消除了分层的概念,当空间查询涉及两类对象时,毋须进行叠加操作;

可以处理复杂的空间对象类型;

便于分布式数据管理;

提高了数据操作和转换的透明度;

允许用户自定义对象,提高系统的开放性和可扩展性;

增强了用户对空间概念的理解,提高了系统的应用水平。

3.2 分布式空间计算模式和体系结构

开放的 GIS 应采用分布式计算模式和开放的体系结构。Internet 和 WWW 是目前最成功的开放式系统,其本身几乎说明了“互操作性”的一切内容。因此,采用 Internet 和 WWW 的成熟技术是实现 GIS 开放的有效途径。Internet GIS 或 Web GIS 正是建立在 Internet 背景下的开放式系统,其结构组成见图 1。其中:

服务器端包括 WWW 服务器、空间对象代理服务器和空间数据库服务器三部分,支持的应用包括:分布式空间对象数据库管理;GIS 应用模型的查询和更新;分布式 GIS 空间应用代理;以及分布式空间数据搜索引擎;

客户端以通用浏览器为基本平台,支持超文本传输协议 HTTP3.2 及其扩展,并以支持对象管理

组织(Object Management Group-OMG)对象标准的空间数据构模语言(Spatial DataModelling Language-SDML)作为客户端的开发平台。所开发的应用工具以组件(Plug-Ins)的方式插入到浏览器中,形成客户端的应用工具集。当然,客户端的开发人员也可以根据其它标准对象开发平台如:JAVA、VC、VB 等,嵌入服务器端的空间分析调用函数来构造特殊的应用组件。客户端支持的应用包括:分布式空间数据查询、更新;分布式空间应用模型分析。

基于这种 C/S 模式的 GIS 主要由客户端、服务器、空间对象代理服务器和空间数据库服务器 4 部分组成,服务器端的 WWW 服务器、空间对象代理服务器和空间数据库服务器 3 部分通过应用驱动的中间件进行交互。WWW 服务器与空间对象代理服务器之间通过公网关系界面(Commom Gateway Interface-CGI)进行应用程序的驱动,空间对象代理服务器和空间数据库服务器之间,则通过空间数据查询语言对空间数据库进行操作。

但是,这种通过多层交互的应用驱动方式大大降低了系统的响应速度和应用效率,同时也增加了系统开发的难度,因而并不是一个优化结构。我们认为,随着 WWW 技术的不断完善,这种多层交互的应用驱动形式将完全集成到 GIS Web 服务器中,空间应用处理的交互驱动流程将由图 2 简化为图 3 所示的形式。

这种简化使得从客户端提交应用请求,到 GIS Web 服务器返回结果的过程,成为 GIS Web 服务器与空间对象数据库之间的单一交互,从而大大减少了应用请求的交互过程和应用进程的数量,降低

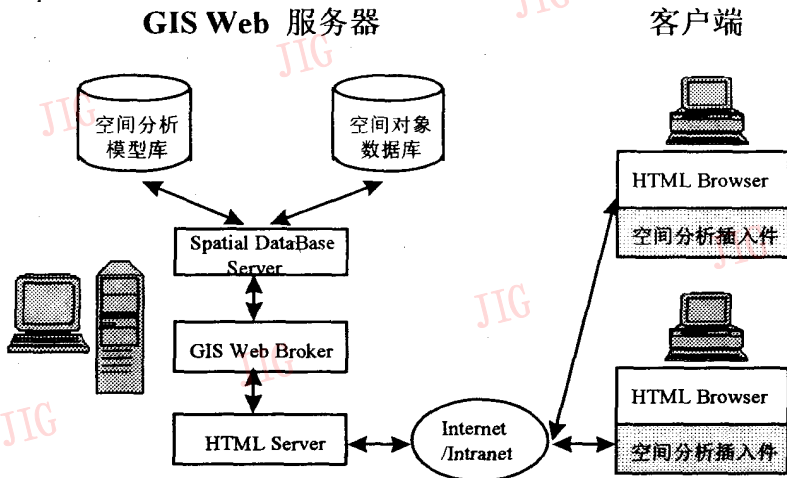


图 1 开放式地理信息系统的体系架构

Fig. 1 The framework of Open-Geographical Information System

了系统因运行大量进程带来的开销,从而使应用效率明显提高,同时增强了应用的自动化控制程度。

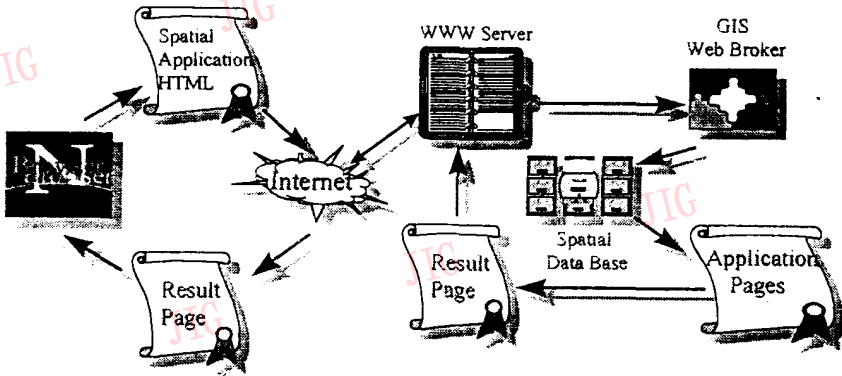


图2 开放式GIS应用处理流程的多层交互驱动

Fig.2 The muti-layer inter-remoking flow chart of the Open GIS application processing

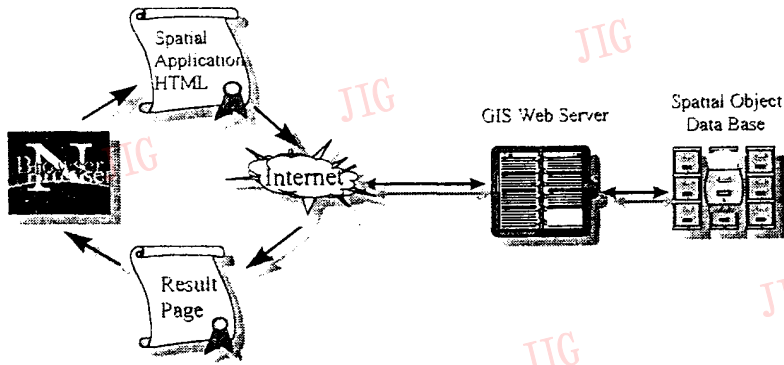


图3 分布式GIS应用处理的交互驱动流程

Fig.3 The inter-remoking flow chart of the distributed GIS application processing

4 总结

计算机技术、现代通信技术和超媒体技术的迅猛发展,极大地提高了人们的信息利用水平和应用范围,为地理信息的共享和GIS的开放提供了较好的技术解决方案。面向对象技术在地理信息领域的全面应用,使得按照人类思维方式描述复杂空间对象及其相互关系,进行地理信息组织、整合以及数据转换和操作的透明成为可能;网络通讯技术的应用,提高了数据传输的实时性和数据处理的现实性;超媒体对于信息的表达与组织,大大改善了信息系统的交互性;分布式计算为地理信息共享提供了开放的技术环境;人们对空间对象定义和其数据结构理解的共识,以及地理数据规范、标准和组织的建立与成熟,这一切都预示了地理信息和处理共享的光明前景。与之相适应,GIS也必将:从单机系统向网络系统;从集中式集成向分布式集成;从分离处理向群体会商;从专业化向通用化;从独立式向开放式;从

大型化向部件化;等方向发展。

当然,我们应该看到:地理信息共享与GIS开放是一个相互促进,共同发展的过程。作为技术支撑的面向对象技术目前还未形成标准,其产品在安全性、完整性、坚固性、可伸缩性、模式演化等方面还不成熟,开发工具也较少;超媒体在超链接的建立、组织和语义的逻辑表达方面尚不尽如人意;通讯网络的带宽问题;分布式计算技术以及地理信息技术本身的诸多问题都有待于深入研究和解决。但是我们可以相信,地理信息共享与开放GIS的研究和发展,必将为全球范围内信息与信息系统的真正融合,以及信息化社会的全面到来起到巨大的推动作用。

参考文献

- 1 李德仁. 论地理信息学的形成及其在跨世纪中的发展. 中国地理信息系统协会第二届年会论文集,1996,10.
- 2 David Schell, Lance McKee, Kurt Buehler. Geodata Interoperability. White Paper submitted to the NII2000 Steering Committee of the Computer Science and Telecommunications Board of the National Research Council.

3 龚建雅. 规范化空间对象模型与实现技术. 测绘学报, 1996, 4.

大学遥感与 GIS 所, 1995, 6.

4 贺建忠. 面向对象 GIS 的空间数据模型的研究[博士论文]. 北京



阎君, 1994 年获中国科学院遥感技术应用研究所硕士学位, 曾从事遥感数据获取、航空遥感图象处理等方面的研究工作。目前攻读博士学位, 主要从事地理信息系统、农业可持续发展决策支持系统以及地理信息共享和分布式 GIS 方面的研究工作。



李天峻, 1997 年毕业于北京大学遥感与地理信息系统研究所, 并获“地图学与遥感”理学博士学位。已发表文章有《模型库管理系统的研究与实现》、《超媒体 GIS 平台技术研究》、《“GWW”下一代空间信息系统》、《信息高速公路与地理信息系统——试论地理科学的信息革命》、《土地利用动态监测遥感综合时空信息应用研究》等。主要从事空间信息基础设施、分布式决策支持系统、Internet 大型站点的设计与实施等方面的工作。



崔伟宏, 中国科学院遥感应用研究所, 教授、研究员、博士生导师, 中国 GIS 协会技术与方法专业委员会副主任, 中国地理学会地图与 GIS 专业委员会委员。主要研究方向: 一体化空间数据结构; 面向对象地理信息系统; 信息高速公路中遥感、GIS 技术; 在 RS、GIS 和 GPS 支持下再生资源与生态环境分析方法和理论, 区域和农业的可持续发展、城市发展及规划和应用研究。

The Technical Research on Geo-information Sharing and Open Geographical Information System

Yan Jun¹, Li Tianjun², Cui Weihong¹

(1 The Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

(2 The Institute of RS and GIS, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Today, Geo-information Sharing and Open Geographical Information System become more and more important in Geo-information research field. Their research and achievements will carry all the field to a new stage. In this paper, The authors will talk about the main research contents, the relationship and the realizing techniques of Geo-information Sharing and Open Geographical Information System from the below partst:

1. Geo-information and Geographical Information System
2. The research contents and the present situation of Geo-information Sharing.
3. The technical supports of Open Geographical Information System.
4. The future of Open Geographical Information System and Geo-information Sharing.

Keywords Geo-information Access, Open geographical informarion system, Object technology, distribut-ed computring