

开放式地理信息系统应用开发平台的理论与实现

方裕 陈斌 薛巍巍

(北京大学计算机系, 北京 100871)

摘要 首先,以开放 GIS 协会(Open GIS Consortium,OGC)提出的开放地理数据互操作规范(Open Geodata Interoperability Specification,OGIS)为核心,结合 WWW 技术来探讨开放式地理信息系统应用开发平台的实现方案。然后,描述了一个遵循 OGIS 规范的 GIS 应用开发平台 OGISDP(Open GIS application Development platform)的设计与实现方案,提出了应用开发平台的构成要素和新的 GIS 应用程序范型,以及基于 OGISDP 技术的项目实例——WebGIS。

关键词 地理信息系统,基础平台,开放 WebGIS

1 引言

随着人们对地理数据表示和处理的需求越来越普遍,地理信息系统(GIS)正迅速扩展到各种应用领域。反过来,这些应用也对地理信息系统本身的功能和结构产生了越来越大的影响。

首先是地理数据的继承与共享问题。在开发新的 GIS 应用的过程中,不可避免的要使用旧有的地理数据,还要使用其它 GIS 应用程序生成或处理的地理数据。这些地理数据无论从基本的存储结构或者是数据项目的含义来说都很难与现有的地理数据结构相同,而且这些数据所处的物理位置也有可能和现有应用程序相异。如何能够不经过复杂的数据转换或冗余的拷贝制作而直接使用这些异质、远程的地理数据成为对 GIS 互操作性的要求。

其次是地理操作的分布与共享问题。随着 GIS 应用的深入,应用程序需要处理的数据越来越庞大、越来越复杂,需要进行的处理也越来越繁杂,或者由于其它诸如资源分配等原因,本地的计算平台往往不能承担这些巨量的计算。如何将巨量的计算合理地分布到网络中具有相应计算能力的计算平台上成为对 GIS 分布计算的要求。

另外,GIS 应用领域的扩展也对 GIS 应用程序本身的结构和形态提出了新的要求。如随着 GIS 的

社会化、大众化,各种地理信息发布应用要求 GIS 应用程序能够在网络上(特别是 Internet 上)运行,具备所谓“主页(Homepage)”的形态;商用办公系统也越来越多地以基于地理区域的分析来作为决策的一部份依据,这就要求 GIS 应用程序具备组件(component)或者插件(plugin)的形态。

总之,随着这些新需求的出现,GIS 应用程序无论从功能或是形态上都发生了巨大的变化。作为支持 GIS 应用程序开发的 GIS 应用开发平台就要首先适应这些需求,以便应用程序开发者能够高效地开发出适合新需求的 GIS 应用程序。

2 开放地理数据互操作规范概要

2.1 OGIS 的目的

自从地理信息系统出现的 20 多年来,人们一直在收集、处理与地球表面位置相关的数据,这些描述地理现象的数据称为地理数据(geodata)。随着现代航测技术、卫星遥感技术和全球定位系统技术的应用,地理数据的积累越来越庞大。同时,采集、使用地理数据的人员和组织也日益增加。出现了各种基本上是相互独立的采集、存储、处理、分析和观看地理数据的方法,地理数据的格式日趋多样化。另一方

面,产生和使用这些地理数据的软件本身也不停地变化和更加复杂。

地理信息系统应用的普及要求极大地降低采集、处理地理数据的成本,地理数据的共享和互操作已成共识。由开放 GIS 协会提出和倡导的开放地理数据互操作规范给出了一个分布式访问地理数据和获得地理数据处理能力的软件框架。通过实现和使用规范所描述的公共接口模板,遵循 OGIS 的软件之间可以进行互操作。

2.2 OGIS 概论

OGIS 是开放地理数据互操作规范的简称。按照开放 GIS 协会的定义,OGIS 为软件开发者提供了一个接口框架,遵照这个框架,用户可以在一个开放信息技术环境中通过一致的计算接口访问和处理不同来源的地理数据。OGIS 规定了应用程序之间所要互操作的地理数据所包含的各种标准数据类型和在这些标准数据类型上的所实施的操作,以及如何将这些基本的标准数据类型组织成应用程序之间交互的地理数据;它还规定了共享地理操作的规范,应用程序可以通过这些规范,得知提供地理操作的服务及如何请求这些服务;或者从服务提供者的角度来看,得知一个请求是数据请求或者是服务请求。

OGIS 的这些规范是建立在现有的和将要成为标准的分布计算平台的基础之上的,它并不涉及如何将不同运行环境中的应用程序连接起来相互通讯的问题。这类处理异种平台之间的连接,以及连接所要求的网络、通讯、分布数据和客户/服务器体系的规范完全属于分布计算平台(Distributed Computing Platform, DCP)的范围。为了利用以往的地理数据,保护原有的投资,以及保证将来方便地引入新的管理、操纵地理数据的方法,OGIS 规范也不定义如何存储地理数据和处理地理数据的方法。

应用程序之间真正意义上的地理数据共享或者互操作,不仅在于双方能理解相同的数据格式,更重要的是对这些地理数据中所包含的应用意义也有一个共同的理解,这种语义上的一致是由互操作地理数据的应用团体双方达成的。而 OGIS 则为这种一致的达成提供了语义表达与转换机制。OGIS 将使用或生产不同应用意义地理数据的团体或应用程序划分为不同的信息团体,地理数据中保存的描述应用语义的数据将由这些信息团体来处理 and 转换。

如果将 OGIS 置于 GIS 开发系统中,我们可以

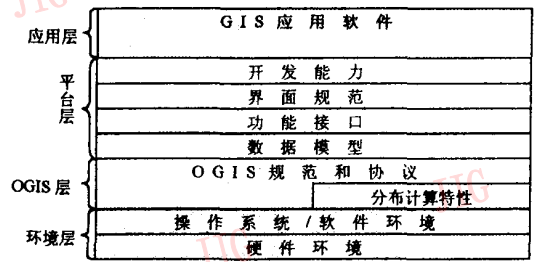


图1 GIS开发系统结构图

看出,OGIS 规范和协议是开放式 GIS 应用软件和开放式 GIS 应用软件开发平台的基础。OGIS 为应用程序和应用程序开发平台提供了一个一致的、开放的接口,使得遵循 OGIS 规范的应用程序可以实现无缝的地理数据共享和地理操作共享。由 OGIS 引入的开放地理数据处理使得基于 OGIS 的应用程序或软件组件可以具备如下特性:

- * 可互操作:OGIS 提供地理数据和地理操作的标准接口,这些接口支持孤立系统和网络,以完成应用程序之间的地理数据访问、交换,分布式的客户/服务器结构的地理操作和分布式对等实体的地理操作;

- * 支持信息团体:具有不同的应用背景的用户可以方便地交换地理数据而不会造成语义的误解和损失;

- * 普适性:通过 OGIS 定义的标准接口和协议,所有的应用程序,无论是属于哪个专业领域,都可以方便地处理地理数据;

- * 可移植:OGIS 是独立于具体的软件环境、硬件平台和网络的;

- * 可伸缩:基于 OGIS 的应用程序通常由相对独立的软件组件构成,这些组件可以为各种计算环境重新配置,而不必考虑数据量的大小;

- * 可扩展:OGIS 可以随着新的地理数据类型和处理方法的发展而发展,它具有容纳新的地理数据处理技术和新的分布计算平台技术的能力;

- * 兼容性:由于 OGIS 并不定义地理数据的存储格式和处理方法,因此基于 OGIS 的应用程序将能够与旧有的地理数据保持兼容。

2.3 OGIS 的组成部分

OGIS 软件框架主要由以下 3 部分组成:统一的开放式地理数据模型;统一的地理操作服务模型和实现团体间的地理数据和操作资源共享的信息团体模型。

2.3.1 开放式地理数据模型

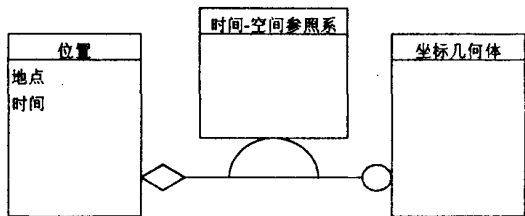
OGIS 提供了一个与程序设计语言、硬件设备和网络环境无关的开放的地理数据模型(Open Geodata Model, OGM)。这个地理数据模型以易于理解的地理要素(Feature)为核心,以面向对象的分析方法规定了地理要素的定义、空间属性、语义属性和与其它地理要素的关系,以及地理数据模式等元数据的定义和表示。

在 OGM 中,现实世界的地理事件分为两类:

* 实体(Entities):占据一定空间范围的可区分的对象,例如:建筑物、河流、田地、观测站等;

* 现象(Phenomena):在空间中连续变化,但又不占据特定的空间,现象的值或描述只有相对于空间中的某一点才有意义,例如:温度、人口密度等。

无论是实体或者现象,要在地理操作中表示或运算,都需要地理定位(geoposition)。地理定位包括地理事件发生的地点(Place)和时间(Time),称为位置(Location)。在 OGM 中,实体占据的或现象所发生的位置称为几何体(Geometry)。由于不同的时间-空间参照系,一个位置可以对应多个坐标化的几何体。



- 黑圆表示“集合 set”关系,一个位置可以对应多个坐标几何体;
- 菱形表示“存在依赖 Aggregation”关系,即语义上正确的坐标几何体的存在依赖于现实世界中位置和时间-空间参照系存在。
- 半圆表示关联属性

图 2

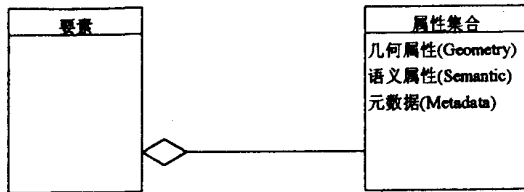
对应于实体和现象,开放地理数据模型中两种基础类型是要素(Feature)和覆盖(Coverage):

* 要素代表现实世界中的实体或者是现实世界的抽象,要素具有时间和/或空间范围属性。要素可以代表任何存在于时间和空间中的事物。要素通常分组来管理,称为要素集(Feature Collection)。要素通常用来表示实体。

* 覆盖是时间/空间范围中的一个地点到一个值(可以是任何类型)的关联。覆盖是时间/空间域到属性域的函数。覆盖通常用来表示现象。

覆盖具有要素的所有特性,而要素和要素集则

是功能接口模型(Service Model)中访问、管理、操纵和交换的主要单位。



- 菱形表示“存在依赖 Aggregation”关系,即语义上正确的属性集合的存在依赖于某个要素的存在

图 3

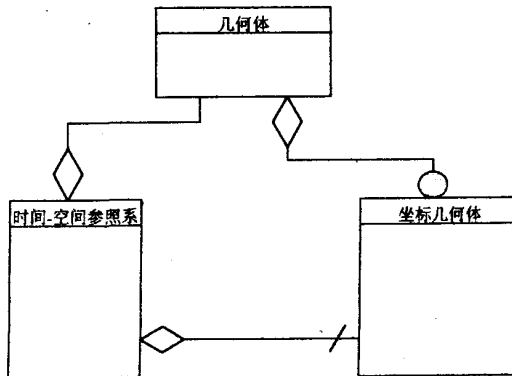
要素可以递归包含,即要素中的某个属性的值可以是另一个要素或要素集或覆盖。习惯所称的与要素的空间几何属性无关的“属性数据”在要素的属性中分为记录要素性质的数据(语义属性),如土壤 PH 值等;和描述要素中数据的数据(元数据),如数据采集时间等。

要素中的几何属性描述了要素的时间/空间范围,几何体所包含的范围如下:

- * 点(Point)——0 维拓扑结构;
- * 曲线(Curve)——1 维拓扑结构;
- * 曲面(Surface)——2 维拓扑结构;
- * 立体(Solid)——3 维拓扑结构。

从更进一步的角度看,几何体实际上是一个坐标几何体和一个时间-空间参照系的联合,包括如下 4 项:

- (1) 同一参照系中的一个坐标点序列;
- (2) 同一参照系中的其它几何体的集合;
- (3) 一个几何体构造算法,这个算法构造出的几何体间接地定义了几何体的空间范围(如一个多边形几何体构造“外接矩形”的算法);



- 斜线表示“导出 derive”关系,表示关联是导出的

图 4

(4) 一个将坐标几何体与它在现实世界中的“位置”相对应的时间—空间参照系,如由以下参照系类型实例化的参照系:墨卡托投影、经纬度、州平面坐标系等。

2.3.2 信息团体模型

为了讨论数据共享,引入“信息团体(Information Community)”的概念,所谓的信息团体指的是这样一个人群,他们在特定的时间内使用相同的数字化地理信息术语和相同的空间要素定义,也就是说他们在地理抽象、要素表示和元数据方面有着相同的看法和约定。在异构网络平台上实现数据共享有 3 个方面的含义:

(1) 相同的应用程序或使用同质数据的应用程序(一个信息团体内部)通过网络共享在语义上同质的数据,数据编码格式也完全一样,这样的共享可以完全由 Client/Server 机制和分布计算平台来实现,对应用程序是透明的。

(2) 相同的应用程序或使用同质数据的应用程序(一个信息团体内部)通过网络共享在语义上同质的数据,但数据编码格式不同,要实现这样的数据共享就要做数据格式转换。在开放式 GIS 平台参考模型中,通过定义良好结构的地理数据模型,让每个平台都通过符合规范的地理数据模型来共享地理数据,就解决了数据格式不同的问题。

(3) 影响数据共享的最大障碍来自不同信息团体之间的语义鸿沟(Semantics gap),在不同信息团体之间即使做到数据格式相同,也难以共享数据。信息团体模型通过对信息团体的划分和制定信息团体对外的语义转换规范来解决这一问题。

OGIS 中的信息团体包括一系列地理要素集、地理要素的语义描述和公布这些语义信息的目录(Catalog)。当一个信息团体的用户需要访问或处理另一个信息团体中的地理要素时,则需要两个信息团体之间的语义转换机制——语义转换子(Semantic Translator)。语义转换子实际上是一个语义词汇对照表,表明了信息团体之间地理要素和相应数量之间的对应关系。信息团体的概念以及语义转换如 5 图所示。

2.3.3 服务模型

OGIS 的服务模型(Service Model)讨论了实现地理数据、地理操作公布和共享所需要的各种结构和组件。OGIS 服务模型可以将 OGM 数据类型组成更加复杂的模型,列表共享并执行在这些地理数据上定义的操作。服务模型提供了信息团体的定义和

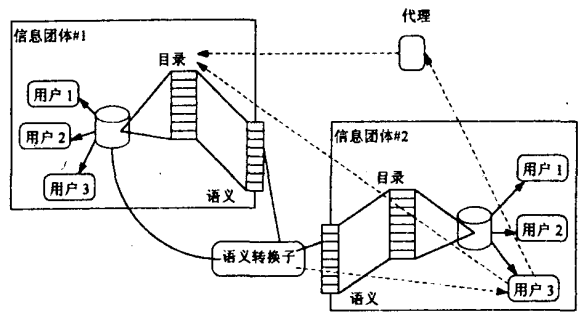


图 5

创建,以及信息团体之间的联系。

OGIS 服务模型中主要的结构有目录(Catalog)和注册表(Registry)。目录是一种树状、可嵌套的索引结构,通常用来公布地理数据和地理数据模式,如图 6 所示。

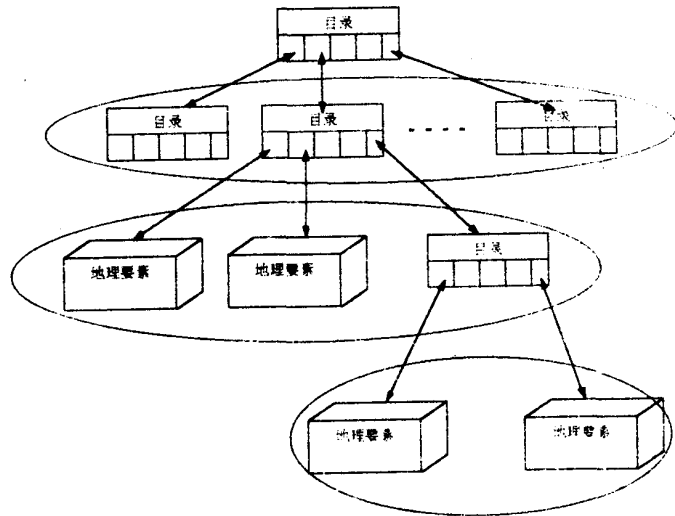


图 6

注册表则是一种类似数据库的索引,可以实现按照名字检索,同时具有服务提供的性质。通常用来公布和执行信息团体所提供的地理操作,以及登记新的类型、产生类型的实例:

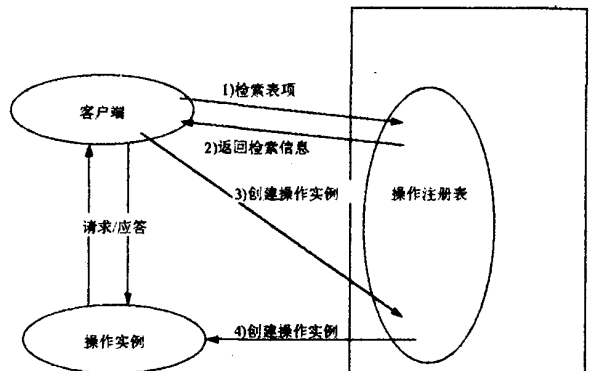


图 7

服务模型中还定义了专门负责信息团体之间信息交换的独立实体——信息代理(Trader)。信息代理就象一个中间商,它可以将信息团体提供的目录

和注册表信息“转售”给另一个信息团体的用户,或者接受用户的委托,执行相应的地理操作并将结果返回给用户。信息代理的工作模式如图8。

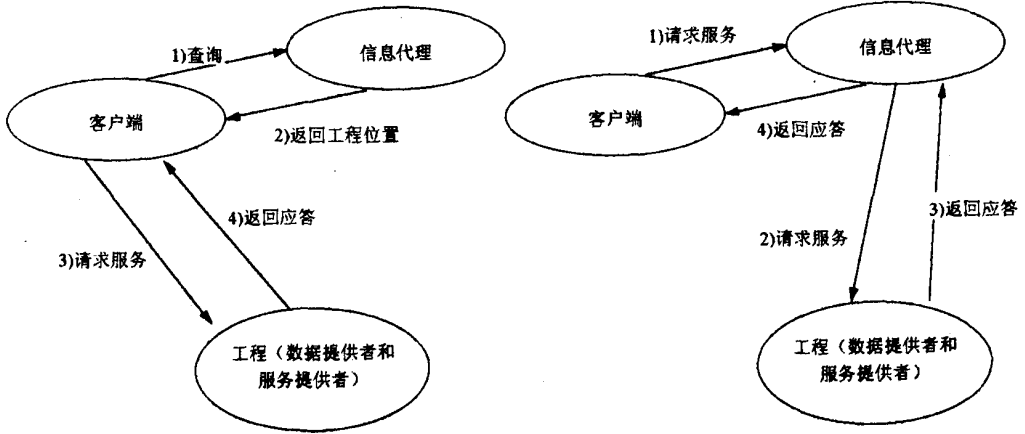


图8

2.4 OGIS 与 GIS 应用开发平台

按照 OGIS 的设想,所有应用程序都可以通过遵循 OGIS 规范与协议访问地理数据而受益。对于辅助开发 GIS 应用程序的 GIS 应用开发平台来说,则不仅仅只是遵循 OGIS 的问题。而要解决如何将 OGIS 的规范和协议纳入自己的开发接口和协议中,以统一的、无缝的形式提供遵循 OGIS 规范的应用程序开发接口,使应用程序开发者在单一的 GIS 应用开发平台环境中开发出符合 OGIS 的应用程序。根据图1中划分的层次,我们可以在平台中实现 OGIS 的规范和协议,最终以平台开发能力的形式提供给应用程序开发者。

一个 GIS 应用开发平台产品由以下几个部分组成:

- * 协议部分:是平台中成文的部分,平台内部和应用程序所应该遵循的规范。包括地理数据模型、数据存储模型、应用程序模型和服务通讯模型;
- * 组件部分:是平台发布时提供的实现 GIS 功能的软件部分。包括开发函数库、类库、构件库、各种功能服务器和各种可以立即使用的 GIS 工具等;
- * 工具部分:是平台提供的开发 GIS 应用和扩展平台功能组件的工具软件。包括应用开发工具和平台扩展工具;
- * 外部工具部分:平台建议采用或主要采用的开发 GIS 应用和扩展平台功能组件的外部工具,平台提供使用这些外部工具所要遵循的操作规范。

平台的协议部分应当建筑在 OGIS 的基础之上,特别是地理数据模型和服务通讯模型。OGIS 为地理数据模型提供了数据描述原型,平台可以根据自己的设计能力剪裁这个原型,实现其中的一部分而合理地忽略超出设计能力的部分。如一个平台不涉及真三维空间的表示,就可以忽略 OGIS 中的真三维几何体的部分。

OGIS 的服务模型是与具体的分布计算平台无关的分布计算协议。平台在制定服务通讯模型时充分地加入 OGIS 服务模型将使得开发平台的分布计算能力更加普适和规范。

3 基于 OGIS 的开发平台 OGIS-DP 设计与实现

3.1 系统设计思想

3.1.1 GIS 应用与平台的发展

随着计算机技术的普及,地理信息系统(GIS)的应用范围也越来越广泛,从最初地学意义上的测量和统计,发展到处理一切与地理空间位置相关的信息。GIS 技术与一些需要从地理空间获取数据和信息的专业领域结合,产生了许多基于空间信息分析和管理的信息系统。GIS 的应用覆盖了工业、农业、交通运输、国防等许多领域,几乎涉及人类生活的各个方面。

GIS 应用发展的同时,GIS 开发平台也相应地

发生了显著的变化。为了保护原有的投资,使地理数据能够让各种不同的开发平台上的应用程序所用, GIS 开发平台的底层空间数据结构从专有和封闭走向交换和开放。地理数据与其他各种信息的综合使用也要求 GIS 开发平台能够支持开发、或者与其他开发平台集成形成各种应用系统。

值得注意的是,随着网络技术的发展,一些大型应用系统工作方式发生了改变,其中处理的海量地理数据也从原来的集中、独占走向分布、共享。如何通过标准的分布计算平台,对海量地图库进行高效、可靠的管理和使用成为当前 GIS 开发平台面临的重大课题。

3.1.2 OGISDP 系统设计思想

为了符合 GIS 应用和平台发展的潮流,我们在原有的 GIS 开发平台的基础上引入标准的开放技术,设计和实现 OGISDP(开放式 GIS 开发平台)。OGISDP 遵循的设计思想主要为:

- (1) 坚持与先进的计算技术结合,以分布式计算技术、面向对象及组件技术和互联网络技术为依托,适应网络化和国际化的要求;
- (2) 符合 OGIS 规范,具有良好的开放性和可扩展性,可以方便地进行多系统集成;
- (3) 支持分布式的大型 GIS 应用工程。

因此,OGISDP 在系统结构和基本概念上具有和现有大多数 GIS 平台产品不同的特性。

3.2 系统构架

3.2.1 平台的系统构架

图 9 描述了 OGISDP 的基本结构:

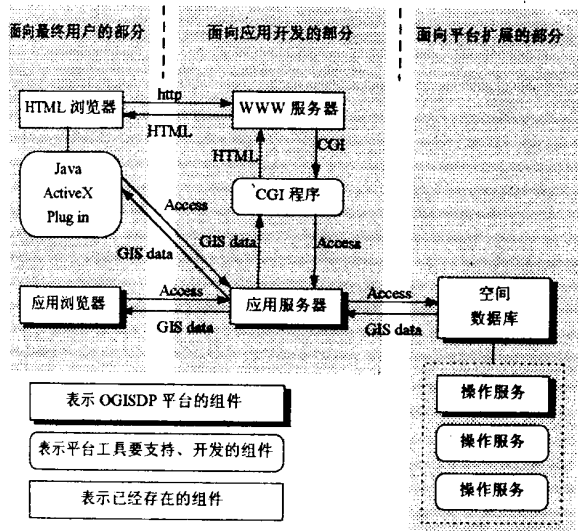


图 9 OGISDP 的基本结构

整个系统在概念上分为面向最终用户的前端、面向应用开发的中间层和面向平台扩展的后端。一般用户可以使用系统提供的组件实现地理数据的处理,应用开发人员可以使用系统提供的 GIS 应用开发工具来开发面向分布地理数据处理的应用系统,而高级开发人员则可以在平台中加入扩展组件进一步扩展 OGISDP 的应用和开发能力。

这种结构将一个 GIS 开发平台分为基础协议、基本组件、应用开发工具和引用的外部开发工具等 4 个部分,下面就这几个部分来详细论述 OGISDP 的结构。

3.3.2 平台的协议部分

OGISDP 的基础协议包括数据模型、应用模型、服务模型和通讯模型四类。

(1) 数据模型

数据模型涉及对地理世界的建模与数字化重现,包括概念模型和存储模型。

* OGISDP 的概念模型是以 OpenGIS 规范为蓝本,以地理要素为中心的地理信息库;

* 平台的存储模型随着其宿主数据库和空间数据管理系统而变动,但主要分为三个部分:属性数据的存储、几何数据的存储以及地理要素的存储。一般来说,OGISDP 将属性数据和地理要素存储在关系数据库中,而将空间数据按照空间数据文件的组织方法来存储。

(2) 应用模型

应用模型是指 OGISDP 所能够建立的应用程序范型,包括应用程序的定义和管理协议。传统的 GIS 开发平台遵循其宿主操作系统的应用程序定义,而 OGISDP 从网络化和分布计算的角度出发,定义了新的应用程序范型:

* OGISDP 的应用程序定义协议将应用程序定义为用户界面和应用语义的集合。用户界面包括应用向用户展示的操作接口和界面对各种事件的反应;应用语义包括对应用本身的描述和使用的数据和操作的语义。应用程序定义协议(ADP)从形式上定义了应用模型及其功能范围。

* 应用程序管理协议定义了对应用程序的管理模型,它规定了应用程序的组织方式和管理模式、传输方式、应用程序与应用程序服务器(AppServer)之间的对话过程。

(3) 服务模型

OGISDP 的后端为中间层提供了一致的地理操作服务,OGISDP 的服务模型给出了服务的定义、调

用和扩展的规范。

* 服务定义协议:它给出了服务的描述规范和接口规范。

* 服务管理协议:它定义了对服务的管理模型,如何登记服务、激活服务、修改服务和删除服务等。

(4) 通讯模型

为了适应互联网络上的数据传输,OGISDP 的通讯模型定义了一系列传输协议,这些协议是 O-GISDP 组件之间通讯的上层协议。包括地理数据传输协议(GeoData Transfer Protocol: GDTP)、地理数据请求协议(GeoData Access Protocol: GDAP)和应用程序传输协议(GeoApplication Transfer Protocol)等。

* 地理数据传输协议主要描述地理要素数据的传输,它包含 3 个子协议:地理要素结构描述协议、关系(属性)数据传输协议和几何数据传输协议。将地理要素数据作为类似关系数据表中的记录加以传输,并结合两个子协议处理地理要素中属性数据和几何数据两部分的组合。图 1 中空间数据库左面的系统组件之间的通讯使用地理数据传输协议,而空间数据库和地理操作服务器之间的数据通讯则使用单纯的几何数据传输协议;

* 地理数据请求协议的主要功能是客户端向

服务器端发出数据要求或数据处理要求,服务器端或者返回处理状态,或者使用地理数据传输协议传回所要的数据。地理数据请求协议分为两层:GSQL 层和原始操作层。GSQL 层定义了一套关系数据库中 SQL 语言的 GIS 版本,使得 GSQL 可以处理空间数据的表示、条件和操作,并可以通过类似存储过程(Stored Procedure)的机制在服务器端使用控制流来组合 GSQL 操作完成特定意义的计算模型。而原始操作层则定义了对于基本地理操作(如:buffer、overlay 等)的请求。在系统结构图中,空间数据库左方的系统组件之间的通讯使用地理数据请求协议的 GSQL 层,而空间数据库和地理操作服务器之间的请求通讯则使用原始操作层协议;

* 应用程序传输协议属于应用模型的一部分,主要的功能是按照 OGISDP 的定义和管理,在前端组件和中间层之间传输 OGISDP 的 GIS 应用程序。

(5) GSQL

为了使地理数据请求在概念上与关系数据模型相一致,按照 OGISDP 规范的数据模型对 SQL 进行了空间数据的扩展,定义了 GSQL。地理的关系化数据模型处理的数据单位就是地理要素,由地理要素组成图层,再由图层组成地图和地图集以至更高级别的地图库,如图 10 所示。

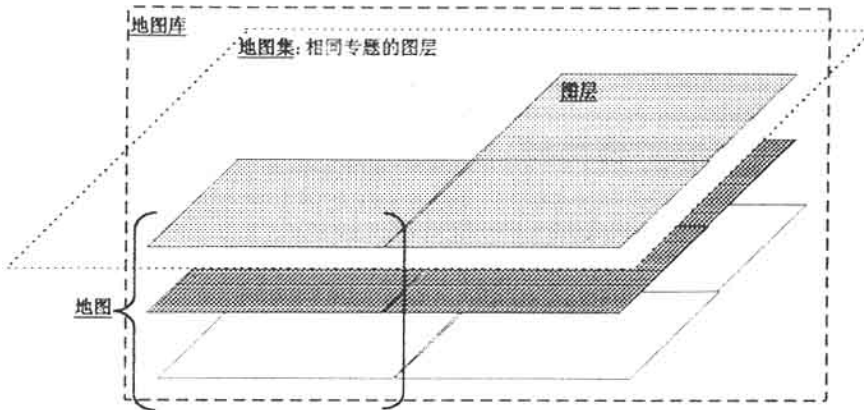


图 10 地图库、图层、要素之间的层次关系

GSQL 包括以下种类的扩展语句:

(1) 数据定义语句:创建和删除各种地理数据实体,如 CREATE LAYER、DROP LAYER、CREATE MAP 等;

(2) 数据查询语句:查询各种地理数据实体的信息,按照各种语义属性条件和空间条件检索地理

要素形成新的地理数据实体,如 SELECT、LOOKUP LAYER 等;

(3) 数据更新语句:更新地理数据实体,如 INSERT LAYER INTO、INSERT MAP INTO 等;

(4) 数据一致性检查语句:检查地理数据实体内部的语义属性和空间属性的一致性,如 CHECK

COHERENCE ON LAYER 等

GSQL 的制定使得地理数据的操作请求与具体的数据模型实现方案无关,同时 GSQL 和 SQL 一样是非过程化语言,GSQL 语句的执行与其具体的执行过程无关。GSQL 的制定大大简便了网络化和普及化的 GIS 应用的开发。

3.2.3 平台的组件部分

OGISDP 作为一个开放式 GIS 应用开发平台,采用了可扩展的组件结构,其组件部分为图 9 所示:

* 应用浏览器 AppExplorer:它是 OGISDP 专用的应用程序浏览器。因为 GIS 应用除了社会普及化和普通应用外,还有专业应用。专业用户对 GIS 功能要求较高,通常还有特殊的专业功能要求,因而通用浏览器已不能适合他们需求。所以,对于专业用户,需要开发一个专用浏览器(AppExplorer),负责连接应用服务器,从应用服务器中下载 GIS 应用,解释下载的 GIS 应用并执行,在执行过程中将用户操作反映成对 GIS 数据或服务的请求,发给应用服务器,并将返回结果反映给用户。

* 应用服务器 AppServer:负责管理和发布用户创建的各种 GIS 应用,响应终端用户下载 GIS 应用的请求,并管理应用程序的运行状态,在用户和空间数据库之间中转 GIS 服务请求和数据请求以及系统对这些请求的处理结果。应用开发者利用平台提供的应用开发工具和构造工具构造好自己的应用后,将应用登记到应用服务器上。在应用流程中,当一个终端用户想下载某一个 GIS 应用时,可先请求

应用服务器为他提供一张已有 GIS 应用列表供其选择,也可用平台提供的请求协议(如 gatp://gis.host.domain/application/project/app1)直接指明要下载的应用。当用户下载应用并执行时,应用服务器还要负责监控用户的状态信息。当用户有 GIS 数据或服务请求时,它将这些请求传送给空间数据库处理,并将从空间数据库传回的处理结果返回给用户。

* 空间数据库 Spatial Database:OGISDP 是以数据为中心的,所以空间数据库是平台中最重要的管理部件。它负责地理数据的存储、管理与组织,各种基本地理操作的管理,还负责协调关系数据库服务器、几何数据管理器和各种服务组件,通过 DCP 来定位和激活(或访问)它们。当应用是一个分布式的大应用时,它还要负责管理全局数据空间,通过 DCP 来定位远程数据库。当应用服务器将终端用户的 GIS 数据请求和 GIS 服务请求传给它时,它要负责分析请求(或将请求分解),并转发给相应的功能或服务部件处理,处理结束后,将返回的处理结果合并,然后传送给应用服务器。它维护一个虚拟的地理数据库,这个虚拟的地理数据库对外表现为以地理要素(feature)为中心的关系型数据库。它管理应用程序描述的数据模型所创建的空间数据实体,以及相应的地理操作管理机制,这些数据实体所涉及的属性数据由外部的商用 RDBMS 存储管理并负责数据访问的分布和安全控制;几何数据则由外部的专业几何数据存储与索引系统管理并由 DCP 负责数据访问的分布(位置无关性)和安全控制。

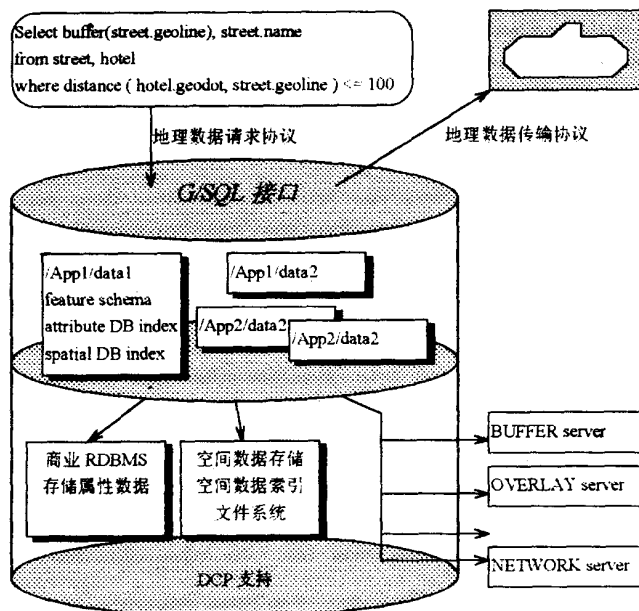


图 11 OGISDP 的空间数据库

* 地理操作服务 Process Services:这部分是各种地理处理服务部件,负责具体实施地理处理。如 Buffer Service 部件、Overlay Service 部件等。

3.2.4 平台的工具部分

(1) 平台提供的开发工具

OGISDP 是一个用于 GIS 应用开发的基础平台,所以它要提供一些开发工具用来构造 GIS 应用、开发 GIS 应用以及扩展平台的功能。

* 构造应用(App)的工具:它是提供给用户来描述自己的 GIS 应用的。该类工具有:界面构造组件、语义管理和转换组件、功能和服务描述组件等。用户使用这些工具构造应用时不需要编程。

* 应用开发工具:它是提供给应用开发者用来开发应用程序的。应用程序开发者利用这些工具将平台提供的各种功能和服务组合成所需的应用。

* 平台扩展工具:它是提供给应用开发者来开发自己专用的服务组件的,开发者可以用这些工具来编写符合 OGISDP 平台接口规范的组件并加入到平台中,作为平台的扩展部分。

这些开发工具可以以 API 函数库的形式提供,也可以以类库的形式提供,还可以以构件库的形式提供。

(2) 平台提供的管理工具

由平台的协议部分可以看出,OGISDP 还要提

供一些管理工具用来执行管理协议。如:

* 应用构造器(AppConstructor):按照 ADMP 协议将一些可视界面控件与应用程序语义描述结合起来成为一个独立的应用;

* 应用服务器控制面板(AppServer Control Panel):配置、监视、管理应用服务器;

* 空间数据库控制面板(Spatial Database Control Panel):配置、监视、管理空间数据库。

3.2.5 平台支持的外部开发工具

平台在开发具体应用时,可以借助一些外部的可视化开发工具来开发。例如:利用 VB、VC、DELPHI 等支持 ActiveX 控件开发的可视化开发工具开发 Windows 平台上的 GIS 应用;用 JAVA WORKSHOP 等 JAVA 开发工具来开发跨平台的应用;用 CORBA 开发环境来支持 DCP 上的开发;用 web 浏览器和 web 服务器来建立特定类型 GIS 应用程序的运行环境等。

3.3 平台对 GIS 应用开发的支持

3.3.1 平台支持的应用程序范型

作为通用 GIS 应用开发平台,OGISDP 首先要支持 GIS 应用。根据执行方式和流程的不同,平台所支持的 GIS 应用有以下几种类型,如图 12~15 所示。

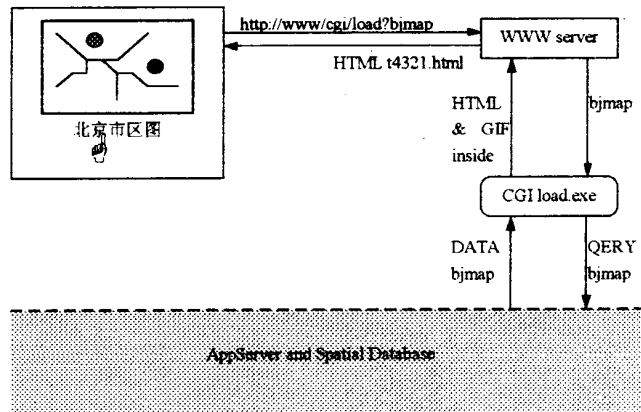


图 12 WWW 网页型 GIS 应用程序(1)

* WWW 网页型:这是目前多数 WebGIS 采用的范型,这种网页型应用程序一般分为使用 CGI 来传递运行参数并接受静态返回数据和下载 JAVA、ActiveX 控件或 plug-in 插件在浏览器本地运行一部分应用代码并由这些代码直接与服务器端联系两种类型;

* 传统型:使用 OGISDP 中提供的专用浏览器,可以从应用服务器中下载用应用构造器构造的 GIS 应用程序,在本机执行应用中的一部分代码;

* 寄宿型:这是其它应用程序在嵌入 OGISDP 提供的 GIS 控件之后,控件与应用服务器直接联系,从而使用平台提供的 GIS 功能。

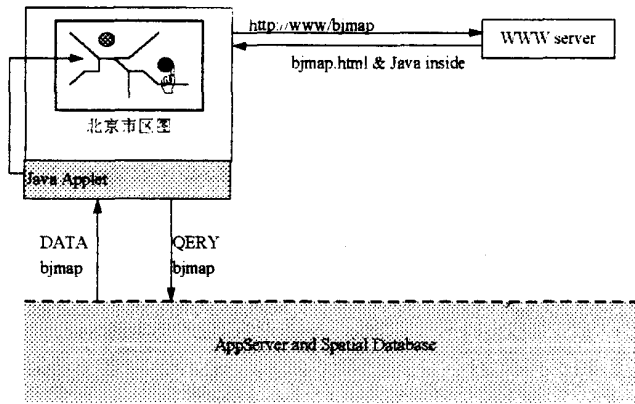


图 13 WWW 网页型 GIS 应用程序(2)

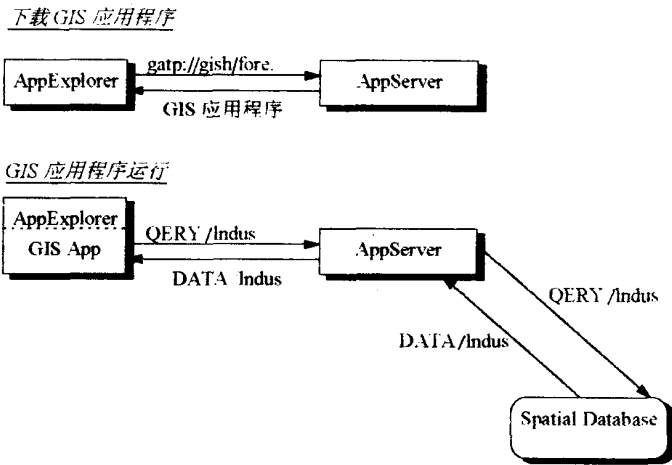


图 14 传统型 GIS 应用程序

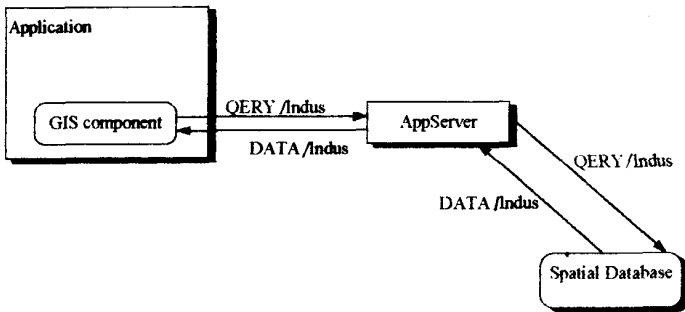


图 15 寄宿型 GIS 应用程序

3.3.2 构造 GIS 应用

在开始构造 GIS 应用时,应首先搞清楚 GIS 应用由哪几个部分组成。我们认为一个 GIS 应用包括这样几个部分:应用涉及的数据、应用的语义和数据的语义、所需的功能和服务、人机交互的界面。因此构造 GIS 应用也要从这几个方面来构造。

* 数据:按照应用定义协议来描述应用所需的数据(如需要什么样的数据、数据存放在哪儿、数据的结构、数据的组织形式等)。通常从两个侧面来描述地物,一个是地物的空间信息,另一个是地物的属性信息。地物的属性数据通常用 OGISDP 底层的关系数据库来管理。地物的空间数据通常使用 OGISDP 系统默认的数据结构,目前用文件系统来管理,但是

空间数据的索引可以放在关系数据库表中,这样可以提高检索效率。因为 OGISDP 是架构在 DCP 平台上的,所以数据是可以分布的。数据的具体分布和查找由 DCP 负责,对 GIS 应用是透明的。

* 语义:一个应用的语义有两个方面,应用本身的语义和应用所用数据的语义。数据语义包括数据所用的计量单位、投影等。至于应用本身的语义,

OGISDP 提供了一个数据字典组件,由它来负责应用语义的输入和管理。应用语义的转换由语义转换器来实现,对应用用户来说是透明的。例如:当应用程序开发者开发一个应用时,如果允许某类应用共享该应用的数据,那么,他们要为该类应用做一个语义转换器,并控制对数据的共享行为。如图 16 所示,其中的安全和访问控制是一种语义机制,是应用在访问具体数据之前必经的检查。

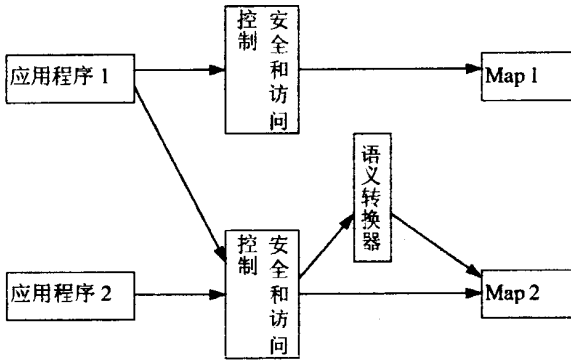


图 16

* 所需的功能和服务:一个应用就是为用户提供一些功能和服务的,那么在构造应用时要有一个工具来描述该应用提供的功能和服务,以及这些功能和服务是怎样提供的(即是 OGISDP 已有功能和服务还是应用开发者开发的功能和服务)。例如,描述功能和服务的工具可以为应用程序开发者提供一张可以使用的已有功能和服务列表供其选择。他们可以选择 OGISDP 提供的通用 GIS 功能和服务,也可以选择其他用户公布的功能和服务,如果这些功能和服务均不能满足本应用的需要,而且应用程序开发者有能力开发新的扩展功能,那么他们还可以自定义功能和服务。他们自定义的功能和服务可以用 OGISDP 提供的平台扩展开发工具来开发,还可以向其他人公布。

* 人机交互界面:应用程序开发者可以利用已有的可视化开发工具来开发界面,将应用的功能和服务在界面上组织成菜单,供最终用户使用。可视化开发工具在 Sun 工作站上可以用 CDE 提供的 dt-builder,在微机上可以用 VB、VC 等。OGISDP 也可以提供类似的界面开发工具。用户可以用这些工具来设计界面或修改已有的界面,或者可以将平台提供的界面模板修改成适合自己应用的界面。

3.3.3 管理 GIS 应用

应用程序管理协议定义了应用程序在应用服务

器中的组织管理、传输和应用程序与应用服务器之间的对话过程。

* GIS 应用程序作为应用服务器管理的基本单位,在应用服务器中是按照文件系统的树形结构来组织的,在实际应用中,管理者可以赋予这些树形结构以应用类别的含义,比如可以将同一个工程中的一组应用程序存放在同一个“目录”下等等。使用应用服务器控制面板可以方便地对应用服务器所管理的 GIS 应用进行增加、删除、替换、升级等操作。

* 当专用浏览器向应用服务器发起的连接请求被验证接受,专用浏览器将向应用服务器提出传输 GIS 应用的请求,应用程序管理协议应提供一种类似于 HTTP 的 GIS 应用程序传输协议。用 Web 浏览器和 Web 服务器来做一个类比,当 Web 浏览器向服务器请求一个页面时,使用 URL “http://www.whoost/directory/file.html”发起请求,并且按照 HTML 格式来解释接收的页面数据;与此类似地,当专用浏览器向应用服务器请求一个 GIS 应用程序时,也使用类似的 URL 来表示这样的请求(如 “gatp://gishost/project/application”)并且按照应用程序定义与管理协议来解释接收的 GIS 应用程序的表现和行为。当 GIS 应用程序在客户端运行后,将由 GIS 应用程序自己按照其它协议来和应用服务器通讯,使用地理数据请求协议发送数据或操作请求,使用地理数据传输协议来接收从应用服务器传送来的地理数据等。

3.4 实例——WebGIS

随着 GIS 应用的社会化,利用互联网技术进行基于 Web 的 GIS 的开发正处于一个热潮之中。作为在 OGISDP 设计基础上的开发实例,我们将介绍一个开发的 WebGIS 项目。WebGIS 项目的总体目标如图 17:

(1) 一个可以在 UNIX 平台和 WINDOWS 平台上运行的作为 WEB 服务器扩展的 WebGIS 服务器,可以与 WEB 服务器协作完成处理空间数据请求、传递空间数据的功能;

(2) 一个由一系列包含 JAVA 技术的网页组成的 WebGIS 网站,使用标准的浏览器可以通过互联网在这个网站实现对空间数据的浏览、查询,以及对空间数据的有限程度更新;

(3) 一套将外部空间数据引入,并通过 WebGIS 网站的形式对外发布的软件和方法。WebGIS

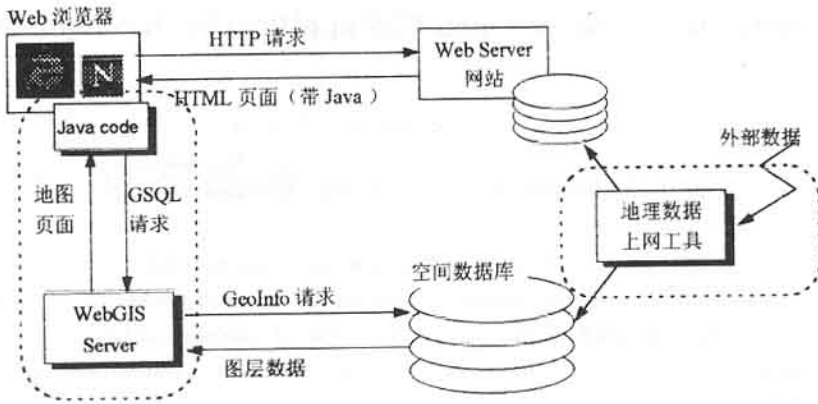


图 17

原理图如图 17。

WebGIS 在 OGISDP 设计的基础上设计实现了多线程的 WebGIS 服务器和 GSQL 的 WEB 子集。我们相信,WebGIS 的开发与普及将为 GIS 应用的社会化带来更大的机遇。

3.5 结论与展望

推动 GIS 应用和平台技术发展的力量归根结底是广大的市场需求,OGISDP 的设计与实现正是适应这种需求并结合最新的开放技术的产物。随着各种应用项目在 OGISDP 的基础上逐步展开,OGISDP 也将吸收更多新技术和新概念而进一步完善,为我国的 GIS 产业作出更大的贡献。此外,在商用关系数据库管理系统具备空间数据的管理能力时,将考虑用全关系模式来统一管理空间数据和属

性数据。

参考文献

- 1 OGC. The OpenGIS Guide-Introduction to Interoperable Geoprocessing. 1994
- 2 OGC. The OpenGIS Abstract Specification. 1996.
- 3 边馥苓等. 地理信息系统原理和方法. 北京:测绘出版社,1996.
- 4 OGISDP 小组. GIS 平台系统概要描述和开发指南,1997
- 5 WebGIS 小组. WebGIS 项目需求分析. 1998.



方 裕 1946 年生,1968 年毕业于北京大学,现为北京大学计算机系教授,长期从事计算机软件工程、地理信息系统、计算机集成制造系统等方面的研究工作。



陈 斌 1995、1998 年于北京大学计算机系分别获得学士、硕士学位。现为北京大学下属北大集软公司计算机技术部部长,主要从事地理信息系统基础平台的研究与开发工作。



薛巍巍 1998 年于北京大学计算机系获得硕士学位。现为北京大学遥感所地图学与遥感专业博士研究生,从事遥感与地理信息系统方面的研究工作。

Theory and Implementation of Open GIS application Development Platform

Fang Yu, Chen Bin, Xue Weiwei

(Computer Department of Beijing University, Beijing 100871)

Abstract Open Geodata Interoperability Specification issued by Open GIS Consortium will be a trend of standard in GIS application and foundation platform field. In this paper, authors describe the design and implementation of a Open GIS application Development Platform compatible with OGIS specification. In the following part, authors also introduce construction features of GIS application development platform and brand new forms of GIS application, with a real software project, WebGIS.

Keywords GIS, OpenGIS, WebGIS, platform

1999年《计算物理》征订单

《计算物理》于1984年创刊,是北京应用物理与计算数学研究所主办的计算物理学科的学报。由《计算物理》编辑部编辑、出版、发行。《计算物理》旨在反映计算物理学科的新方法、新成果、新进展,促进国内外学术交流,开展学术讨论,跟踪学科前沿,发展我国的计算物理事业,为社会主义四个现代化服务。

《计算物理》被我国第一部具有较高权威性的《中文核心期刊要目总览》列为物理学类核心期刊。刊登的主要内容是使用第三手段研究物理、化学、生物、工程、力学、原子能、气象、地质、海洋、石油、航天、医学、能源、经济等方面问题所得到的研究成果及学术论文,此外,还刊登学术研究简报、有关诸物理方面的软件介绍等。

《计算物理》以各学科借助电子计算机进行科学研究与探索的科研人员、工程技术人员、高等院校师生和研究生为对象。

《计算物理》双月刊,每期定价8元,全年六期,刊费48元。欢迎单位和个人及时订阅。

刊费邮汇寄:北京8009信箱《计算物理》编辑部(邮政编码100088)

或信汇:单位名称:北京应用物理与计算数学研究所

开户行:中国工商银行北京分行营业部 帐号:881319-92

欢迎订阅《计算机辅助设计与图形学学报》

《计算机辅助设计与图形学学报》由中国计算机学会主办、科学出版社出版的中国计算机学会会刊,是我国计算机辅助设计和图形学领域著名的学术刊物。该刊以快速传播CAD与图形学领域的知识与经验为目的,刊登有创见的学术论文,报道最新科研成果和学术动态,及时反映该领域的发展水平与发展方向。该刊面向全国,聘请了我国CAD与计算机图形学学术界的知识学者、专家参加刊物的编委会,具有权威性和代表性。

《计算机辅助设计与图形学学报》被定为我国计算技术、计算机类核心期刊。美国工程索引EI已于1996年起收录本刊。

《计算机辅助设计与图形学学报》从1999年起改为大16开,双月刊,96页。

邮发代号:82-456 定价:16.00元/期

邮政编码:100080

联系地址:北京 中国科学院计算技术研究所

《计算机辅助设计与图形学学报》编辑部

电话:(010) 62565533-5667