

摘要

WebGIS 是 Internet 技术与 GIS 相结合的产物, WebGIS 为公众获取 GIS 数据和地理信息服务提供了一个有效的工具。在目前的地理信息相关的系统软件开发中已经大量的运用了 WebGIS 模式。

XML (eXtensible Markup Language), 即可扩展标记性语言, 是当前广泛地应用于 Web Service 领域的标记语言, 它能对各种内容、数据进行标记。对计算机而言, 通过对标签、标签属性及标签内容的识别, 可以对数据进行转换、处理; 对编程人员而言, 通过具有很强可读性的标签, 可以非常方便的对数据进行编程处理, 因此, 对人和计算机而言, XML 都是进行数据处理最方便的方式。Web Service 是以 SOAP、UDDI 等技术为基础, 实现 Internet 上的服务调用, 而 SOAP、UDDI 等都是 XML 为基础的。

GML (Geography Markup Language) 是一个由 OGC 开发的基于 XML 的地理信息编码标准。GML 是“一个关于地理信息 (既包括地理要素的几何也包括地理要素的特征) 的传输及存储的 XML 编码”。GML 的出现使 WebGIS 的空间数据建模方法进入一个崭新的阶段, 并对 WebGIS 发展和应用具有深远的意义和影响。我们有理由相信, GML 必将成为构建未来开放的地理信息系统共享与互操作平台的基础。

本论文对基于 GML 的 WebGIS 模型做了理论探讨, 对基于 GML 的水上航务应用模型进行了研究, 并在工程开发中对其进行了应用。在研究中集成了 XML, J2EE 等技术的运用。

关键词: WebGIS, XML, GML, 模型

Abstract

WebGIS is the production of Internet technology applying to GIS. WebGIS is a good tool to get GIS data and Geographic information service for us. In the recent years, the WebGIS model is widely used in develop the geography information related software systems.

XML, namely extensible markup language, is a markup language which is now widely applied in Web Service area. It can mark up any content and data. For computers, computers can transfer and handle data via XML labels、attributes and contents; For programmers, programmers can program and handle data with very readable labels. Therefore, for both computers and programmers, XML is the most convenient matter for data processing. Web Service realizes Internet service invoking which is based on SOAP、UDDI etc. technologies, and these technologies are based on XML. Web Service is a software interface, which describes a group of operations which can be visited via standardized XML message transfer. It uses XML-based protocols to describe the operations or the data that will be exchange with another Web Service.

GML (Geography Markup Language) is a geography information coding standard based on XML, which was developed by OGC. GML is a series of XML codes for send and store. The coming of the GML make the space data modeling method upgrading to a new stage, and influence the development and applection of WebGIS very deeply. We believe that GML will construct the open GIS shareing and interacting platform in the future definitely.

Through this paper, I discussed the GML-based WebGIS modle, and did some research in applicate the GML model in sea-affair relate system, and implemented the model in one software engineer. During the research, I integrated the application of the XML and Java.

Keyword: XML, WebGIS, GML, Model

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得电子科技大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

签名： 袁荣祥 日期：2006年6月12日

关于论文使用授权的说明

本学位论文作者完全了解电子科技大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权电子科技大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

(保密的学位论文在解密后应遵守此规定)

签名： 袁荣祥 导师签名： 余望
日期：2006年6月12日

第一章 引言

1.1 研究背景

1.1.1 WebGIS 的基本概念

万维网地理信息系统是在 Internet 或 Intranet 网络环境下的一种存储、处理、分析和显示与应用地理信息的计算机信息系统。由于大多数的客户端应用采用了 WWW 协议, 国际学术界把这种建立在网络基础上的地理信息系统称之为 WebGIS(万维网地理信息系统)。它的基本思想就是在互联网上提供地理信息, 让用户通过浏览器浏览获得一个地理信息系统中的数据和功能服务。

与传统的地理信息系统比较, WebGIS 具有以下几个特点:

- WebGIS 是一个集成的客户/服务器网络系统, 具有更广泛的客户访问范围, 客户可以同时访问多个位于不同地方的服务器上的最新数据。
- WebGIS 是一个交互的系统, 操作简易, 不仅仅局限于少数受过专业培训的专业用户, 因此要降低对系统的操作难度。通用的 Web 浏览器无疑是降低操作复杂度的最好选择。
- WebGIS 是一个动态的系统, 地理信息具有动态特性, WebGIS 必须能够反映这些动态的地理信息量。
- WebGIS 是跨平台的系统, 具有客户端平台独立性, 无论客户机是何种操作系统, 只要支持通用的 Web 浏览器, 用户就可以访问 WebGIS 数据。
- WebGIS 可以在异质网络环境下获取多种 GIS 数据和功能。
- WebGIS 是一个图形化的超文本信息系统。

万维网地理信息系统涉及到在网络(Internet/Intranet)环境下, 地理信息(图像、图形和与此相关的文本数据)的模型、传输、管理、分析、应用的理论与技术。作为地理信息系统的一种新形式, WebGIS 无论是在理论研究, 还是在应用方面都还处于发展阶段。开放的 Internet 为 WebGIS 提供了广阔的社会应用前景。万维网地理信息技术是非常重要的一个新兴的前沿研究方向。WebGIS 将 GIS 的应用扩展至整个社会的方方面面, 包括旅游、交通等, 使 GIS 的应用大众化。同时, WebGIS 与网上的信息服务融为一体, 通过各种信息导航工具, 或元数据

(MetaData)就可在丰富的网络资源中查到所需的地理信息,并使用服务器提供的各种 GIS 功能,如制图、空间查询、空间分析等进行信息的二次加工。

1.1.2 WebGIS 的缺陷与问题

WebGIS 系统的快速发展及推动空间数据在 Web 上广泛应用的同时,也出现了很多问题。目前,WebGIS 发展所面临的挑战既有来自于空间数据本身的共享和处理的互操作问题,也有软件自身存在的缺陷。

1.异构空间数据的共享和处理的互操作

目前,现有的 WebGIS 系统都是为某一种特定的 GIS 数据及其应用而设计的,如果用户想在使用一个 WebGIS 系统浏览另一个空间信息系统中的数据时,需要查看其他空间数据库中的数据,甚至想把这些数据整合起来,都是非常困难的,有些时候,几乎是不可能的。因为这些 WebGIS 系统采用的空间数据技术基础决定了它们的封闭性。虽然网络上的空间信息资源在不断增长,但由于行业管理、数据安全以及商业利益等方面的原因,这些空间信息资源大多是面向行业的,依赖于特定的支撑环境和运行环境。他们各自独立、相对封闭、无法互相沟通和协作,由此形成了空间信息孤岛,难以满足 Internet 上与空间信息相关的综合决策的需要。于是,Internet 用户至今还不得不面对这样尴尬的局面:难以在 Internet 上找到需要的地图。即使找到一个地图,还因为没有安装相应的浏览工具而无法浏览它,程序员也难以在 Internet 上构造一个可以使用异构空间信息资源的应用系统

2.无法实现跨平台

WebGIS 分布式应用程序逻辑需要使用分布式的对象模型,诸如:微软的分布式组件对象模型(DCOM),对象管理组织(OMG)的公用对象请求代理服务结构(CORBA)和 SUN 公司的远程方法调用(RMI)。

但是,这些 WebGIS 系统有一个共同的缺陷,即无法扩展到互联网上。它们要求服务器和客户端与系统提供的服务本身之间必须紧密耦合,即要求一个同类基本结构。而随着系统规模的扩大,在一个系统中不可避免的要采用多种分布式对象技术,在这种情况下,由于不同的分布式对象技术的不兼容性必然导致组件之间的交互会出现一些问题。因此基于分布式组件对象技术的 WebGIS 仍然无法实现在互联网上真正意义的开放性。

1.1.3 GML 的出现及其影响

GML (Geography Markup Language) 是一个由 OGC 开发的基于 XML 的地理信息编码标准, 主要用于地理信息的存储和传输。OGC 协会于 1999 年 12 月 13 日提出了 GML, 即地理标记语言的征求意见稿 (RFC)。于 2000 年 4 月 20 日正式推出 GML 1.0 版本的规范。于 2001 年 2 月 20 日推出 GML 2.0 版本的规范, 从而为基于万维网的地理信息的发展奠定了基础。于 2002 年 4 月 25 日正式推出 GML 2.11 版本的规范。2003 年 2 月推出 GML 3.0 版本, 新增加的内容包括支持复杂的几何要素、空间参照系统、拓扑关系、元数据、栅格数据等多个方面, 3.0 版本向下兼容 2.0 版本, 所以熟悉 GML 2.0 的开发商和用户可以直接使用 GML 3.0。

GML 是一个基于 XML 之上的地理信息描述、转换、传输标准。它有两个主要用途:

- 地理数据的转换。它可以作为一个公共的地理空间数据转换格式标准, 不同软件生产的数据可以转换到这一用 XML 描述, 按照 OGC 数据模型表达的数据格式, 应用软件可以读取这一格式转到相应的系统中。
- 地理数据实时传输协议。当两个系统要进行在线互操作时, 按照这种公共描述语言描述的格式进行实时通讯, 可以实现互操作。

1.2 本文的主要研究工作

本文运用理论联系实际的研究方法, 研究了 WebGIS 的基本原理和多种体系结构以及实现方法, 并对各种实现方法进行了比较; 并针对目前中间件的发展趋势, 着重研究了 GML 在 WebGIS 中的运用, 结合四川省交通厅航务局水上救助系统的工程开发, 对 GML 在水上搜救系统中的建模和工程应用进行了比较深入的探讨; 最后介绍了本项目的架构和功能, 并着重介绍了基于 J2EE 平台的 WebGIS 在本项目中的设计和开发架构。由于本文中所介绍的开发平台为 J2EE, 因此本文中也涉及到中间件相关内容的研究和讨论。

1.3 本文章节安排

第一章: 引言。主要介绍课题的来源和背景, 作者的主要工作以及本文的章节安排。

第二章: GIS 模式于发展。主要介绍 GIS 系统的发展, 以及 WebGIS 的各种

结构模式和优缺点比较。

第三章：GML 在 WebGIS 中的运用。介绍了 XML 的相关原理，并由此引出 GML 的概念和框架结构，并对基于 GML 的航务应用建模做了比较深入的研究。

第四章：航务水上救助系统中的 WebGIS 运用于开发。介绍了笔者参与开发的大型水上救助系统的大体结构，并详细介绍了其中 WebGIS 系统的应用于设计开发模型。

第五章：总结与展望。对已进行的研究工作总结以及对基于 GML 的未来前景的展望。

第二章 GIS 模式与发展

2.1 地理信息系统及其发展

2.1.1 地理信息系统

地理信息系统(GIS),萌芽于上个世纪 60 年代。从第一个 GIS 系统 CGIS(加拿大地理信息系统)的诞生开始,经过了半个多世纪的发展,GIS 已经成长为一门与社会发展息息相关的科学技术。

地理信息系统是一种采集、存储、管理、分析、显示、与应用地理信息的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术。它广泛应用于资源调查、环境评估、区域发展、公共设施管理、交通安全等领域,成为一个跨学科、多方向的研究领域。

从计算机科学角度看,GIS 是一种处理地理信息的计算机系统,包括软件系统和硬件系统两部分。硬件系统由外部的计算机通用和专用设备构成;软件系统则分为核心软件和应用软件。按功能分,核心软件包括数据处理、管理、地图显示和空间分析等部分。而特殊的应用软件则紧紧地与核心模块相连,并面向一些特殊的问题,如网络分析、数字模型分析等。

GIS 同时又是一种处理空间数据的通用技术。地理信息系统按一种新的方式去组织地理信息,以便更有效地分析和生产新的地理信息。值得一提的是,地理信息的状态也是各异的,近几年分布式地理信息的提出,对 GIS 有了新的要求。

从上述定义中可以看出,GIS 是多门传统科学与现代技术相结合的产物,是一门边缘学科,它为各种涉及空间数据的学科提供了新的技术方法,而相关学科又不同程度地提供了一些支持地理信息系统的技术和方法。

2.1.2 地理信息系统的发展

近年来地理信息系统技术发展迅速,其主要的原动力一方面来自日益广泛的应用领域对地理信息系统不断提高的要求。另一方面,计算机科学的飞速发展对地理信息系统提供了先进的工具和手段,许多计算机领域的新技术,如面向对象技术、三维技术、图象处理和人工智能技术都可直接应用到地理信息系统中,GIS

理论和应用的主要发展集中表现在以下几个方面:

1. Web GIS.

Internet 或 Web 与 GIS 的结合是 GIS 发展的首要方向, 它改变了传统的信息发布方式, 使得任何用户实时获取专业的 GIS 功能支持成为可能。目前困扰 WebGIS 发展一方面受到网络本身的限制, 同时又由于 GIS 已有的许多理论都是在单机环境下形成的, 面向网络 GIS 的理论还很不成熟, 主要表现在数据模型的定义和操作功能的划分, 因此, 网络 GIS 从理论到实践是一个十分复杂的工作。

2. GIS, GPS, RS (简称 3S) 集成.

3S 技术体系的构造和技术集成, 将是今后 3S 技术研究的迫切任务。一体化的 3S 信息技术功能远大于单项技术之和。这里, 需要解决的技术关键是数据获取平台的革新和新的信息融合方法。

3. SDSS (空间决策支持系统)

现代 DSS 的主要集中在自适应 DSS、群 DSS、分布式 DSS 和智能 DSS 等若干领域, 这些新型 DSS 与 GIS 相结合上, 形成空间 DSS(SDSS)。

4. MGIS (多媒体 GIS) .

MGIS 为用户提供直观、清晰的可视化界面来呈现地理信息及其它相关信息, 又具有对不同媒体信息编程的能力, 以及时间控制动态调试等功能, 所以 MGIS 不久将会成为未来 GIS 发展的主流之一

5. VGIS (虚拟现实 GIS) .

VGIS 以有效地模拟人在自然界中的视、听、动等行为, 使 GIS 更具有“临界感”和“交互性”。近来, 三维硬件、虚拟现实技术、可视化技术的发展使得开发实用的虚拟现实软件成为可能, 这使得 VGIS 用户可在三维环境中分析操作 GIS 数据。

6. GIS 和专家系统 (ES) 、神经网络技术的集成.

这类基于知识的 GIS, 可以提供智能界面, 以驱动 GIS 进行空间分析, 又具有进行启发式推理功能, 为空间复杂问题如城市规划和管理, 生产力布局等方面提供决策支持, 发挥了重要作用。

7. GIS 与知识挖掘技术的集成.

使人们从海量空间数据库中提取有用的知识, 为决策支持提供重要的依据。特别是在互联网中, 存在无穷尽的知识资源, 有效的知识挖掘将是系统成功的关键。此外, 在数据模型、数据结构等方面也有了极大的发展。

近年来随着网络的普及应用, 人们获取信息和使用信息的手段也发生了很大

的改变,网络已经变成了人们日益依赖的工具之一,这种依赖就象以往我们对自行车或汽车等交通工具的依赖。因此,可以毫不夸张地说,网络将成为未来 GIS 领域信息发布和交换的主要方式,将是 GIS 软件依存的主要平台,所以,对 WebGIS 的研究是当前 GIS 领域一个十分必要和重要的课题。

2.2 WebGIS 的原理与相关技术

WebGIS 是 Internet 和 WWW 技术应用于 GIS 开发的产物,是实现 GIS 互操作的一条最佳解决途径。从 Internet 的任意节点,用户都可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图、进行各种空间信息检索和空间分析。

因此,WebGIS 不但具有大部分乃至全部传统 GIS 软件具有的功能,而且还具有利用 Internet 优势的特有功能,即用户不必在自己的本地计算机上安装 GIS 软件就可以在 Internet 上访问远程的 GIS 数据和应用程序,进行 GIS 分析,在 Internet 上提供交互的地图和数据。

WebGIS 的关键特征是面向对象、分布式和互操作。任何 GIS 数据和功能都是一个对象,这些对象部署在 Internet 的不同服务器上,当需要时进行装配和集成。Internet 上的任何其他系统都能和这些对象进行交换和交互操作。

2.2.1 WebGIS 的特征

1. WebGIS 是集成的全球化的客户/服务器网络系统

WebGIS 应用客户/服务器概念来执行 GIS 的分析任务。它把任务分为服务器端和客户端两部分,客户可以从服务器请求数据、分析工具或模块,服务器或者执行客户的请求并把结果通过网络送回给客户,或者把数据和分析工具发送给客户供客户端使用。

2. WebGIS 是交互系统

WebGIS 可使用户在 Internet 上操作 GIS 地图和数据,用 Web 浏览器(IE, Netscape 等)执行部分基本的 GIS 功能:如 Zoom(缩放)、Pan(拖动)、Query(查询)和 Label(标注),也可以执行空间查询:如“离你最近的旅馆或饭店在哪儿”,或者更先进的空间分析:比如缓冲分析和网络分析等。在 Web 上使用 WebGIS 就和在本地计算机上使用桌面 GIS 软件一样。

通过超链接(Hyperlink)。WWW 提供在 Internet 上最自然的交互性。通常用户通过超链接所浏览的 Web 页面是由 WWW 开发者组织的静态图形和文本,这

些图形大部分是 JPEG 和 GIF 格式的文件, 因此用户无法操作地图, 甚至像 Zoom, Pan, Query 这样简单的分析功能都无法执行。

3. WebGIS 是分布式系统

GIS 数据和分析工具是独立的组件和模块, WebGIS 利用 Internet 的这种分布式系统把 GIS 数据和分析工具部署在网络不同的计算机上, 用户可以从网络的任何地方访问这些数据和应用程序, 即不需要在本地计算机上安装 GIS 数据和应用程序, 只要把请求发送到服务器, 服务器就会把数据和分析工具模块传送给用户, 达到 Just-in-time 的性能。

Internet 的一个特点就是它可以访问分布式数据库和执行分布式处理, 即信息和应用可以部署在跨越整个 Internet 的不同计算机上。

4. WebGIS 是动态系统

由于 WebGIS 是分布式系统, 数据库和应用程序部署在网络的不同计算机上, 随时可被管理员更新, 对于 Internet 上的每个用户来说都将得到最新可用的数据和应用, 即只要数据源发生变化, WebGIS 将得到更新。和数据源的动态链接将保持数据和软件的现势性。

5. WebGIS 是跨平台系统

WebGIS 对任何计算机和操作系统都没有限制。只要能访问 Internet, 用户就可以访问和使用 WebGIS 而不必关心用户运行的操作系统是什么。随着 Java 的发展, 未来的 WebGIS 可以做到“一次编写, 到处运行”, 使 WebGIS 的跨平台特性走向更高层次。

6. WebGIS 能访问 Internet 异构环境下的多种 GIS 数据和功能

此特性是未来 WebGIS 的发展方向。异构环境下在 GIS 用户组间访问和共享 GIS 数据、功能和应用程序, 需要很高的互操作性。OGC 提出的开放式地理数据互操作规范 (OpenGeodata Interoperability Specification) 为 GIS 互操作性提出基本的规则。其中有很多问题需要解决, 例如数据格式的标准、数据交换和访问的标准、OIS 分析组件的标准规范等。随着 Internet 技术和标准的飞速发展, 完全互操作的 WebGIS 将会成为现实。

7. WebGIS 是图形化的超媒体信息系统

使用 Web 上超媒体系统技术, WebGIS 通过超媒体热链接可以链接不同的地图页面。例如, 用户可以在浏览全国地图时, 通过单击地图上的热链接, 而进入相应的省地图进行浏览。

另外, WWW 为 WebGIS 提供了集成多媒体信息的能力, 把视频、音频、地

图、文本等集中到相同的 Web 页面，极大地丰富了 GIS 的内容和表现能力。

2.2.2 WebGIS 的基础技术

1.空间数据库管理技术

对象一关系数据库技术和面向对象的数据库技术正在逐步成熟起来，成为未来 GIS 空间数据管理的主要技术。因为关系型数据库管理系统已经相当成熟，商业化的 RDBMS 不仅支持 C/S 模式，而且支持数据分布，通过 SQL 语言和 ODBC。几乎所有的 GIS 软件通过公共标识号都能和其协同运行。

2.面向对象方法

从面向对象技术的发展来看，它是描述地理问题非常理想的方法。面向对象是一种认识方法。面向对象分析(OOA)、面向对象设计(OOD)、面向对象语言(OOL)和面向对象数据管理(OODB)贯穿整个信息系统的生命周期。面向对象的数据库技术正在逐步成熟，空间对象查询语言((SOQL)、空间对象关系分析、面向对象数据库管理、对象化软件技术等，都和 GIS 密切相关。 .

3.客户/服务器模式

客户/服务器的含义非常广泛，数据库技术和分布处理技术都和它密切相关。通过平衡客户/服务器间的数据通信和地理运算，能够利用服务器的高性能处理复杂的关键性业务，并降低网络数据流量:通过规划客户/服务器模式的 GIS 系统，用户能够最大限度地利用网络上的各种资源。

4.组件技术

为避免系统重复编码，浪费软件资源，参照制造业成功经验，使用插件(Plug-in)、组件(ActiveX)和中 17 件(Middleware)技术组装软件产品:如各软件生产商制作自己最好的组件，其他软件开发人员和系统集成人员，可直接使用该部件提供的功能，无须重新编码，从而扩大了软件开发社会分工，提高了软件生产效率。

5.分布式计算机平台

即 Distributed Computing Platform 技术，目前有 OMG 的 CORBA/Java 标准和微软的 DCOM/ActiveX 标准另外与 WebGIS 相关的技术还包括:多媒体数据操作标准 ISO SQL/MM、地理数据目录服务技术(Geodata Catalog Service)、数据仓库技术、地理信息高速公路设施等。

2.2.3 WebGIS 的结构模式

WebGIS 系统的体系结构主要可以分为三种，一种是集中模式，一种是客户/服务器模式，另一种是浏览器/服务器模式。

2.2.3.1 集中模式

集中模式的 GIS 系统结构如图 2-1 所示：

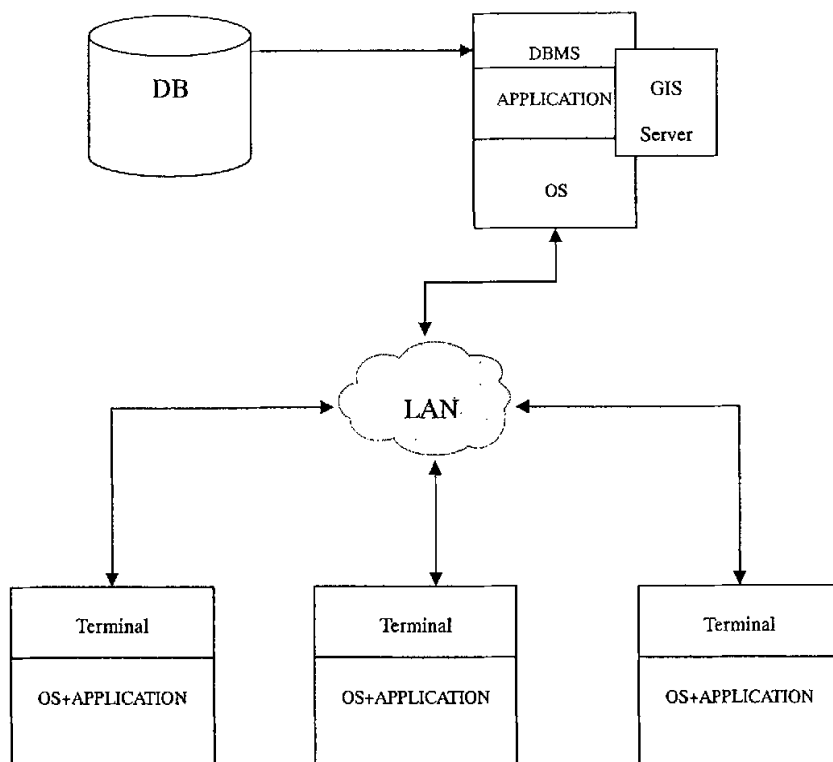


图 2-1 集中模式结构图

终端完成两种操作：

- (1) 接受用户的输入，然后通过网络把输入发送给 GIS 服务器；

(2) 接受 GIS 服务器的处理结果，格式化并展现给用户。

GIS 服务器相应的需要完成三种操作：

- (1) 通过网络接受终端的输入；
- (2) 处理终端输入，格式化处理结果，并传送给终端；
- (3) 维护数据库。

由此可知，在集中模式下的 GIS 系统，顾名思义，信息库的存储、浏览、查询、检索、维护等都“集中”于 GIS 服务器，服务的提供完全依赖于 GIS 服务器，所以，这种模式对服务器的速度、可靠性等要求极高，一般需要专门的服务器作为 GIS 服务器，这就提高了系统的造价。但它也有一个优点：系统结构相对简单。

2.2.3.2 客户/服务器 (C/S) 模式

客户/服务器模式的 GIS 系统结构如图 2-1 所示：

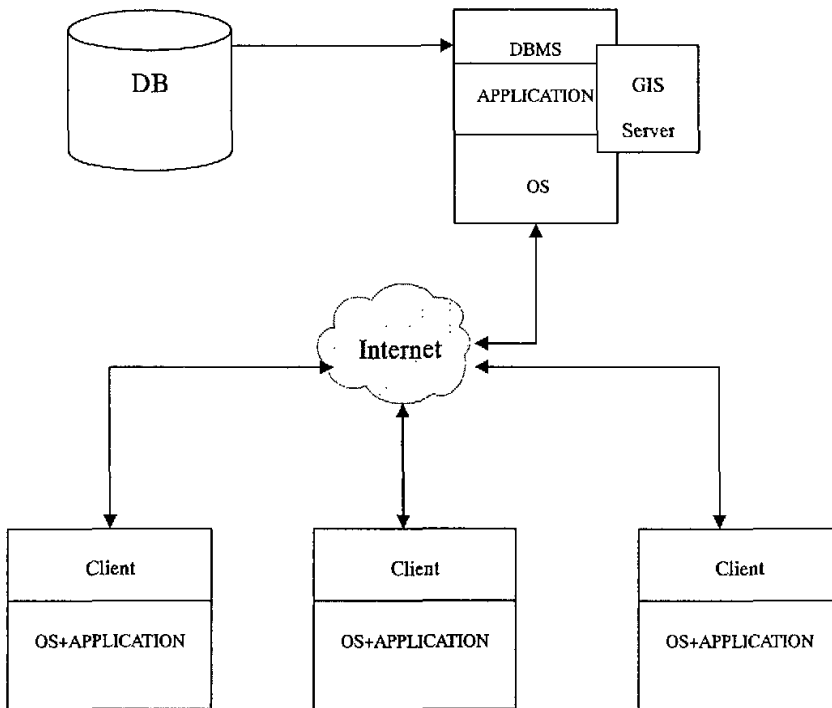


图 2-2 客户/服务器模式结构图

客户端完成三种操作:

- 管理用户接口, 处理应用逻辑
- 产生数据库请求, 并向 GIS 服务器发送请求, 然后从 GIS 服务器接受果
- 格式化结果, 并发布给用户

GIS 服务器相应的功能为:

- 从客户机接受数据库请求
- 处理数据库请求
- 格式化结果, 并传送给客户机
- 维护数据库

可见, 在客户/服务器模式下的 GIS 系统, 客户机执行前端处理, 服务器执行后端处理。它把整个系统的负担在客户/服务器间进行适当的分配, 在客户端运行应用程序符合实际应用多样性的需要, 而对于整个系统的基础—数据库则集中于服务器, 便于数据库的维护。这种结构具有强壮的数据操纵和事务处理能力, 以及数据的安全性和完整性约束, 因此, 这种模式的 GIS 系统是比较合理的。但是, Client/Server 的结构的管理成本越来越高, 其客户端变得越来越臃肿, 系统的使用也较复杂。

2.2.3.3 浏览器/服务器 (B/S) 模式

浏览器/服务器(B/S)模式的 GIS 系统如图 2-3 所示:

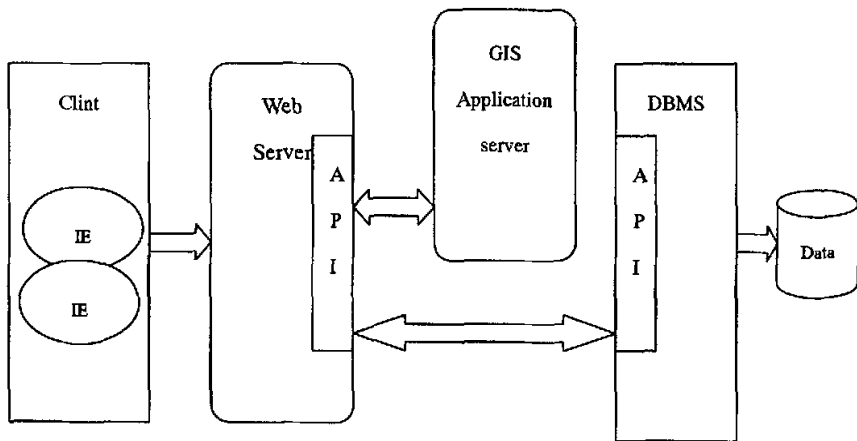


图 2-3 浏览器/服务器模式结构图

系统的客户端和服务器所完成的功能基本上与 Client/Server 模式下的功能是一致的，它实质上是 Client/Server 技术与 Internet 技术相结合的成果，这种模式不仅利用了基 Web 的 Internet 结构的简便和灵活性的特点，而且应用 Client/Server 技术大大地强化了其事务处理能力和安全性、完整性约束能力，从而实现了真正业务相关的 WebGIS。

2.2.4 WebGIS 的实现技术

目前己有多种技术方法被用于研制基于 WebGIS 的信息系统。

它们是：

- 通用网关接口法(Common Gateway Interface. CGI)
 - 服务器应用程序接口法(Server API)，应用程序插入法(Plug-in)
 - Java 互联网编程语言
 - ActiveX 和部件对象模型 COM (Component Object Model) 方法
- 各种方法均有其优势和不足，其主要运行环境如表 2-1。

表 2-1 主要运行环境对照表

设计方法	用户	服务器
CGI	次运行环境	主运行环境
Server API	次运行环境	主运行环境
Plug in	主运行环境	次运行环境
Java	主运行环境	主运行环境
ActiveX、COM	主运行环境	主运行环境

2.2.4.1 通用网关接口法 (CGI)

CGI 是一种连接应用软件 Web 服务器的标准技术，是最先用于发展 WebGIS 的技术方法。基于 CGI 的 WebGIS 的体系结构如图所示。CGI 是 HTML 的功能扩展。灵活易用的 CGI 程序与 HTML 的结合实现了交互式的动态通信。采用通用网关接口技术的 WebGIS 需要在后台运行 GIS 服务器，是一种基于服务器的 WebGIS 模式。GIS 服务器与 Web 服务器通过 CGI 联接，CGI 是定义服务器与网

关如何通信的接口。其实现的基本方法如下:CGI 是 Web 服务器调用外部程序的接口,用户通过 WWW 浏览器将请求传给 Web 服务器,Web 服务器通过专用的 CGI 在把这个请求转到后端的 GIS 服务器,GIS 服务器承担所有的查询、计算工作,按照用户的要求产生一幅数字图像(如 GIF 图像)并交给 Web 服务器,Web 服务器把这一结果传送到远程的客户端浏览器。

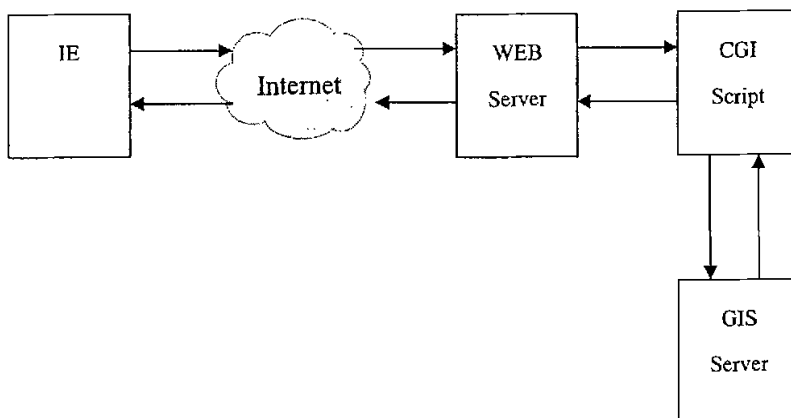


图 2-4 基于 CGI 模式的 WebGIS 体系结构

基于 CGI 的互联网地理信息系统的优势:

- 具有处理大型 GIS 分析功能,利用已有的 GIS 资源。由于所有的 GIS 操作都是由 GIS 服务器完成的,具有客户端小、处理大型 GIS 操作分析的功能强、充分利用现有的 GIS 操作分析资源等优势。
- 客户端与平台无关。由于在客户端使用的是支持标准 HTML 的 Web 浏览器,操作结果是以静态的 GIF 或 JPEG 图像的形式表现,因而客户端与平台无关。

基于 CGI 的互联网地理信息系统的劣势体现在如下几个方面:

- 增加了网络传输的负担。由于用户的每一步操作,都需要将请求通过网络

传给 GIS 服务器:GIS 服务器将操作结果形成图像, 通过网络返回给用户。因而网络的传输量大大增加了。

- 服务器的负担重。所有的操作都必须由 GIS 服务器解释执行, 服务器的负担很重;信息(用户的请求和 GIS 服务器返回的图像)通过 CGI 脚本在浏览器和 GIS 服务器之间传输, 势必影响信息的传输速度。
- 同步多请求问题。由于 CGI 脚本处理所有来自 Web 浏览器的输入和解释 GIS 服务器的所有输出。当有多用户同时发出请求时, 系统的功能将受到影响。
- 静态图像。在浏览器上显示的静态图像, 因而用户既不能放大、缩小, 又不能通过几何图形如点、线、面来选择显示其关心的地物。
- 用户界面的功能受 Web 浏览器的限制, 影响 GIS 资源的有效使用。
- 在 Web 上, 基于 CGI 的互联网地理信息系统有 VISA 自动出纳机, YahooMap, MapObject 和 ArcViewer IMS 和 ProServer 等。

2.2.4.2 Plug-in 模式

GIS Plug-in 是在浏览器上扩充 Web 浏览器功能的可执行的 GIS 软件。GIS Plug-in 的主要作用是使 Web 浏览器支持处理无缝 GIS 数据, 并为 Web 浏览器与 GIS 数据之间的通讯提供条件。GIS Plug-in 直接处理来自服务器的 GIS 矢量数据。同时, GIS Plug-in 可以生成自己的数据, 以供 Web 浏览器或其它 Plug-in 显示使用。Plug-in 必须先安装在客户机, 然后才能使用。Plug-in 模式的体系结构如图 4-5 所示。

Plug-in 模式的工作原理: Web 浏览器发出 GIS 数据显示操作请求; Web 服务器接受到用户的请求, 进行处理, 并将用户所要的 GIS 数据传送给 Web 浏览器; 客户机端接受到 Web 服务器传来的 GIS 数据, 并对 GIS 数据类型进行理解; 在本地系统查找与 GIS 数据相关的 Plug-in (或 Helper)。如果找到相应的 GIS Plug-in, 用它显示 GIS 数据; 如果没有, 则需要安装相应的 GIS Plug-in, 加载相应的 GIS Plug-in, 来显示 GIS 数据。GIS 的操作如放大、缩小、漫游、查询、分析皆由相应的 GIS Plug-in 来完成。

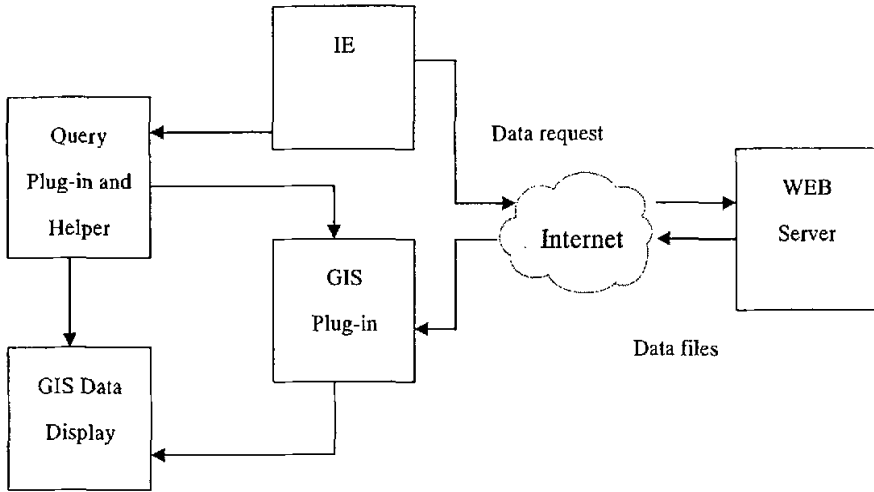


图 2-5 基于 Plug-in 模式的 WebGIS 体系结构

基于 Plug-in 的互联网地理信息系统的优势是：

- 无缝支持与 GIS 数据的连接。由于对每一种数据源，都需要有相应的 GIS Plug-in，因而 GIS Plug-in 能无缝支持与 GIS 数据的连接。
- GIS 操作速度快。所有的 GIS 操作都是在本地有 GIS Plug-in 完成，因此运行的速度快。
- 服务器和网络传输的负担轻。服务器仅需提供 GIS 数据服务，网络也只需将 GIS 数据一次性传输。服务器的任务很少，网络传输的负担轻。

基于 Plug-in 的互联网地理信息系统的劣势是：

- GIS Plug-in 与平台相关。对同一 GIS 数据，不同的操作系统需要不同的 GIS Plug-in。如对 Unix、Windows、Macintosh 而言，需要有各自的 GIS Plug-in 在其上使用。对于不同的 Web 浏览器，同样需要有相对应的 GIS Plug-in。
- GIS Plug-in 与 GIS 数据类型相关。对 GIS 用户而言，使用的 GIS 数据类型是多种多样的，如 ArcInfo，MapInfo，AtlasGIS 等数 GIS 据格式。对于不同的 GIS 数据类型，需要有相应的 GIS Plug-in 来支持。
- 需要事先安装。用户如想使用，必须下载安装 GIS Plug-in 程序。如果用户准备使用多种 GIS 数据类型，必须安装多 GIS Plug-in 程序。GIS Plug-in

程序在客户机上的数量增多，势必对管理带来压力。同时，GIS Plug-in 程序占用客户机磁盘空间。

- 更新困难。当 GIS Plug-in 程序提供者，已经将 GIS Plug-in 升级了，须通告用户进行软件升级。升级时，需要重新下载安装。
 - 使用已有的 GIS 操作分析资源的能力弱，处理大型的 GIS 分析能力有限。
- 基于 Plug-in 的互联网地理信息系统有 Autodesk 的 MapGuide。

2.2.4.3 GIS ActiveX 控件

ActiveX 是 Microsoft 为适应互联网而发展的标准。ActiveX 是建立在 OLE (Object Linking and Embedding) 标准上，为扩展 Microsoft Web 浏览器 Internet Explorer 功能而提供的公共框架。ActiveX 是用于完成具体任务和通讯的软件模块。GIS ActiveX 控件用于处理 GIS 数据和完成 GIS 分析。

ActiveX 能被支持 OLE 标准的任何程序语言或应用系统所使用。相反，Plug-in 只能在某一具体的浏览器中使用。

基于 GIS ActiveX 控件的互联网地理信息系统是依靠 GIS ActiveX 来完成 GIS 数据的处理和显示。GIS ActiveX 控件与 Web 浏览器灵活无缝结合在一起。在通常情况下，GIS ActiveX 控件包容在 HTML 代码中，并通过<APPLET>参考标签来获取。

GIS ActiveX 控件模式的工作原理：Web 浏览器发出 GIS 数据显示操作请求；Web 服务器接受到用户的请求，进行处理，并将用户所要的 GIS 数据对象和 GIS ActiveX 控件传送给 Web 浏览器；客户端接受到 Web 服务器传来的 GIS 数据和 GIS ActiveX 控件，启动 GIS ActiveX 控件，对 GIS 数据进行处理，完成 GIS 操作。

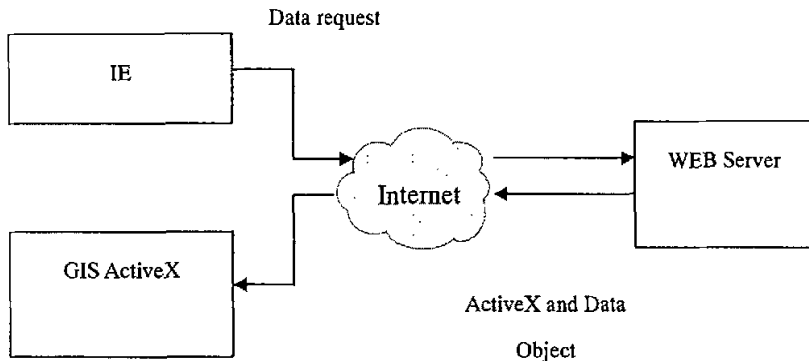


图 2-6 基于 GIS ActiveX 控件的 WebGIS 体系结构

基于 GIS ActiveX 控件的互联网地理信息系统的优势是：具有 GIS Plug-in 模式的所有优点。同时，ActiveX 能被支持 OLE 标准的任何程序语言或应用系统所使用，比 GIS Plug-in 模式更灵活，使用方便。

基于 GIS ActiveX 控件的互联网地理信息系统的劣势是：

- 需要下载。占用客户机端机器的磁盘空间。
- 与平台相关。对不同的平台，必须提供不同的 GIS ActiveX 控件。
- 与浏览器相关。GIS ActiveX 控件最初只使用于 Microsoft Web 浏览器。在其它浏览器使用时，须增加特殊的 Plug-in 予以支持。
- 使用已有的 GIS 操作分析资源的能力弱，处理大型的 GIS 分析能力有限。

基于 GIS ActiveX 控件的互联网地理信息系 Intergraph 的 GeoMediaWebMap。

2.2.4.4 GIS Java Applet 模式

GIS Java Applet 是在程序运行时，从服务器下载到客户机端运行的可执行代码。GIS Java Applet 是由面向对象语言 Java 创建的，与 Web 浏览器紧密结合，以扩展 Web 浏览器的功能，完成 GIS 数据操作和 GIS 处理。GIS Java Applet 最初为驻留在 Web 服务器端的可执行代码。至通常情况下，GIS Java Applet 包容在 HTML 代码中，并通过<APPLET>参考标签来获取和引用。

GIS Java Applet 模式的工作原理：Web 浏览器发出 GIS 数据显示操作请求 Web 服务器接受到用户的请求，进行处理，并将用户所要的 GIS 数据对象和 GIS Java Applet 传送给 web 浏览器；客户机端接受到 web 服务器传来的 GIS 数据和 GIS Java Applet，启动 GIS Java Applet，对 GIS 数据进行处理，完成 GIS 操作。GIS Java Applet 在运行过程中，又可以向 Web 服务器发出数据服务求；web 服务器接受到请求进行处理所要的 GIS 数据对象传送给 GIS Java Applet。

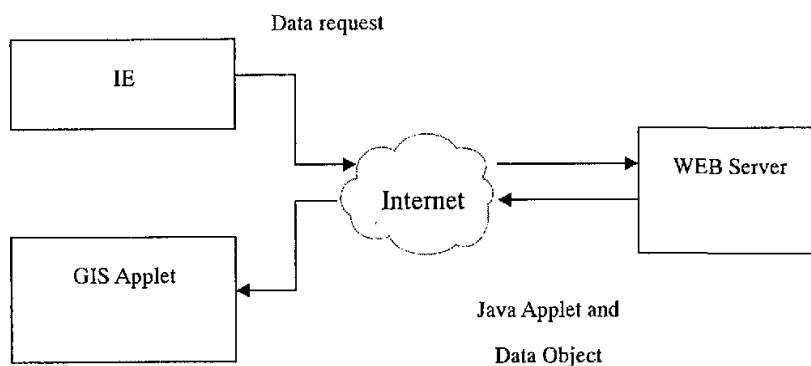


图 2-7 基于 GIS Java Applet 模式的 WebGIS 体系结构

基于 GIS Java Applet 的互联网地理信息系统的优势是：

- 体系结构中立。与平台和操作系统无关。在具有 Java 虚拟机 web 浏览器上运行。写一次，可到处运行。
- 动态运行。无须在用户端预先安装。由于 GIS Java Applet 是在运行时从 Web 服务器动态下载的，所以当服务器端的 GIS Java Applet 更新后，客户端总是可以使用最新的版本。
- GIS 操作速度快。所有的 GIS 操作都是在本地由 GIS Java Applet 完成，因此运行的速度快。
- 服务器和网络传输的负担轻。服务器仅需提供 GIS 数据服务，网络也只需将 GIS 数据一次性传输。服务器的任务很少，网络传输的负担轻。

基于 GIS Java Applet 的互联网地理信息系统的缺陷是：

- 使用已有的 GIS 操作分析资源的能力弱，处理大型的 GIS 分析能力有限。
- GIS 数据的保存、分析结果的存储和网络资源的使用能力有限。

基于 GIS Java Applet 的互联网地理信息系统有 ActiveMaps，Bigbook。

2.2.4.5 综合比较

以上对互联网地理信息系统的构造模式，CGI 模式、Plug-in 模式、GIS Java Applet, GIS ActiveX 控件，作了详细的分析。分析的内容包括体系结构特征、工作原理、优点缺点、实例等。互联网地理信息系统的构造模式的优点和缺陷对比如表 2-2 所示。

表 2-2 实现模式优缺点对比表

模式	优点	缺点
CGI	客户端很小,充分利用服务器的资源	JEPG 和 GIF 是客户端操作的唯一形式,互联网和服务器的负担重
Plug-in	具有动态代码的模块。比 HTML 更灵活,可直接操作 GIS 数据	与平台和操作系统相关;不同的 GIS 数据需要不同的 Plug-in 支持;必须安装在客户机的硬盘上
ActiveX	具有动态代码的模块。通过 OLE 与其它程序、模块和互联网通讯。是一种通用的部件。	需要下载、安装,占用硬盘空间;与平台和操作系统相关;不同的 GIS 数据需要不同的 ActiveX 控件支持
Java Applet	在支持 Java 的互联网浏览器上运行,与平台和操作系统无关;完成 GIS 数据解释和 GIS 分析功能	对于处理较大的 GIS 分析任务的能力有限;GIS 数据的保存、分析结果的存储和网络资源的使用能力有限

WebGIS 系统的不同构造模式在执行能力、相互作用、可移动性和安全等方面表现出各自的差异如表 2-3 所示。

表 2-3 综合比较表

		CGI	Plug-in	Java Applet	ActiveX
执行能力	Client	Very Good	Good	Good	Good
	Server	Bad to Good	Good	Very Good	Very Good
	Network	Bad	Good	Good	Good
	General	Normal	Good	Very Good	Very Good
相互作用	Interface	Bad	Good	Very Good	Very Good
	Function Support	Normal	Good	Very Good	Very Good
	Local Data Support	No	Yes	No	Yes
可移动性		Very Good	Bad	Good	Normal
安全性		Very Good	Normal	Good	Normal

执行能力表现在：客户机、服务器、网络三个方面。衡量执行能力的主要标准是数据信息吞吐量和反映时间。数据信息吞吐量由单位时间内的完成工作的总量来衡量；反映时间为从用户发出请求开始到接受到系统反映的时间差，包括客户机处理时间、网络传输时间和服务器处理时间。WebGIS 整体执行能力依赖这三个部分中最慢的。客户机、服务器、网络的执行能力由工作量和执行速度决定。

客户机工作量由在客户机端的处理总量决定。客户机的执行速度依赖于硬件和运行数据程序量的大小。基于 CGI 模式的 WebGIS 在客户机端处理的操作很少，

因而客户机执行能力很好；基于 Plug-in 模式、Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 在客户机端处理的操作多，执行速度慢。与 Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式相比，Plug-in 启动时间较长。

与客户机类似，服务器的工作量由在客户机端的处理总量决定。服务器的执行速度依赖于硬件和软件配置及软件设计。在服务器端，基于 CGI 模式的 WebGIS 的服务器的负担很重，因为所有的 GIS 操作都是在服务器上执行。基于 Plug-in 模式、Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 在服务器端执行的 GIS 操作很少，服务器的负担很轻。

WebGIS 网络执行效率依赖于网络的速度和通讯软件的效率。影响网络执行的三个主要因素为网络速度、网络终端之间的网络软件和网络流量。网络速度在不断的提高。基于 CGI 模式的 WebGIS 网络的传输负担重。基于客户机的 WebGIS 网络的传输负担轻。Java Applet 由字节码组成，代码少，容易在网络上传输。

从总体效果看，基于 CGI 模式的 WebGIS 执行能力一般；基于 Plug-in 模式、Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 的执行能力好。基于 Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 甚至可以具有很好地执行能力。

相互作用能力由用户界面、功能支持能力和本地数据支持能力来决定。基于 CGI 模式的 WebGIS 虽然能有效使用已有的 GIS 软件功能，但客户机端依赖于 HTML，用户界面功能较差，GIS 功能支持能力受到限制；同时，不可能具有本地数据支持能力。相反，基于 Plug-in 模式、Java Applet 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS，可以具有很好的用户界面和 GIS 功能支持能力。基于 Plug-in 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 具有本地数据支持能力，基于 Java Applet 模式 WebGIS，在图形和地图创建和显示方面比 HTML 更加灵活，但不具有本地数据支持能力。

在可移动性方面，基于 CGI 和 Java Applet 模式的 WebGIS 客户机端与平台无关，Internet 上用户都可以使用，具有很好的可移动性。而基于 Plug-in 模式和 ActiveX 控件模式的 WebGIS 客户机端与平台相关，可移动性受到限制。

在安全性方面，基于 CGI 模式的 WebGIS，没有代码在客户机上运行，很安全。Java Applet 是以字节码动态下载并在客户机上运行的，相对安全。Java 有自己的安全框架，用户不允许在客户机上使用 Java Applet 创建、修改、删除本地文件或文件目录，也不允许在客户机使用 Java Applet 直接读取本地文件。所以，不可能有软件病毒通过 Java Applet 来摧毁客户机的本地内存和文件系统。基于 Java Applet 模式 WebGIS 安全性很好。而基于 Plug-in 模式和 ActiveX 控件模式的

WebGIS 是以二进制码在客户机上运行。因此,用户有可能从 Internet 上下载运行未知软件,使客户机的系统崩溃。Plug-in 和 ActiveX 控件有权获得客户机的平台权限,将给客户机系统带来威胁。

根据四川省交通厅航务局救助系统功能和性能的需求情况,结合上述各种实现模式优缺点的分析,我们选用以 Java Applet 模式对轨迹回放模块进行开发。

2.3 WebGIS 的发展趋势

WebGIS 的现状及社会对 WebGIS 的要求,越来越表明 WebGIS 要想有长足的发展则必须走开放的道路。开放是信息技术的趋势,传统 GIS 的体系结构是封闭的。因此对于发展中的 GIS 有必要结合 Web 的开放性。WebGIS 的体系结构应该具备开放、互操作、可升级、可信赖、可扩展特性。它囊括了网络、通信、面向对象、数据库、分布式计算等众多技术。并随着这些技术的进步而改变。WebGIS 的这种开放包括数据的开放,即分布在异构数据库中的信息能共享;系统的开放,即不同的地理信息系统软件之间具有良好的互操作性。WebGIS 的这些要求和 Open GIS 规程不谋而和,实际上 Open GIS 是随着 C/S, Internet 的出现而产生的,它与 WebGIS 相辅相成,共同促进 GIS 的发展。

开放式地理信息系统(Open GIS)互操作规范指在国家和世界范围内的分布式环境下实现地理空间数据和地理信息处理资源的共享。它允许用户通过网络实时获取不同系统中的地理信息,避免了冗余数据存储,是实现地理空间数据共享的一次深刻的技术革命。OpenGIS 是通过开放式地理空间数据互操作规范 (Open Geodata Interoperability Specification 简称 OGIS) 来实现的。所以其核心是 OGIS。OGIS 是开放式 GIS 协会 (Open GIS Consortium 简称 OGC) 提出的一个为了提供地理数据和地理操作的交互性和开放性的软件开发规范。它为软件开发者提供了一个框架,使他们能够开发一些让他们的用户方便地访问和处理各种来源的地理数据(不论它们分布在哪儿)的软件。该规范包括三部分:

- 开放式地理空间数据模型 (Open Geodata Model, OGM)。它是一个以数学和概念化方法来表示地球及地球现象的通用数字化方法。它定义了一系列通用的基本地理空间信息类型,基于这些基本空间信息类型,可以使用基于对象的程序设计方法或常用的程序设计方法,为不同应用领域的地理空间数据建模。
- OGIS 服务模型 (OGIS Services Model, OSM)。它是一个在不同的信

息团体之间实现地理空间数据获取、管理、操纵、表达以及共享服务的通用规范模型。它定义了一系列服务，这些服务可以获取和处理开放式地理空间数据模型中定义的地理空间信息类型，为使用同一种地理特征定义的用户团体内提供地理空间数据共享能力，以及为使用不同地理特征定义的用户团体之间提供地理空间数据转换能力。

- 信息团体模型(Information Communities Model, ICM)。它是一个使用开放式地理空间数据模型和 OGIS 服务模型来解决技术性的非互操作能力问题以及公共团体的非互操作能力问题的框架。该模型为使用开放式地理空间数据模型和 OGIS 服务模型拟订了一个方案。该方案不仅可以为使用同一种地理特征定义的地理空间数据生产者和用户团体提供一种方法以便他们有效地管理其地理特征定义以及将适用这种定义的数据集进行编目和共享管理；而且还可以为使用不同地理特征定义不同地理空间数据生产者和用户团体提供一种有效、精确的地理空间信息共享方法。

与传统的 GIS 处理技术相比，OGIS 建立起通用的技术基础以进行开放式的地理信息处理。其特点是：互操作性、对信息团体的支持作用、普遍存在性、可靠性、易用性、便携性、合作性、可伸缩性、可扩展性、兼容性和可执行性。

Open GIS 的这些规程对 WebGIS 有很好的促进作用，许多厂商纷纷开始推出支持 WebGIS 的产品。要使 WebGIS 真正符合 Open GIS 的规程，则不仅需要 OGC 努力，更需要众多 GIS 软件厂商放弃部分利益、通力合作。当然这是一个艰难的过程，但 WebGIS 走符合 Open GIS 规程的路线，则是 WebGIS 发展的必然趋势。

第三章 GML 在 WebGIS 中的运用

3.1 XML 相关知识介绍

3.1.1 XML 的产生

早在 1969 年, IBM 公司就开发了一种文档描述语言 GML 用来解决不同系统中文档格式不同的问题, GML 是 IBM 许多文档系统的基础, 包括 Script 和 Bookmaster, 接下来的日子里, 这个语言在 1986 年演变成一个国际标准 (ISO8879), 并被称为 SGML (Standard Generalized Markup Language), SGML 是很多大型组织, 比如飞机、汽车公司和军队的文档标准, 它是语言无关的、结构化的、可扩展的语言, 这些特点使它在很多公司受到欢迎, 被用来创建、处理和发布大量的文本信息。SGML 为出版业提供了一种将数据内容与显示分离开来的数据表示方法, 使得数据独立于机器平台和处理程序。在 1989 年, 在 CERN 欧洲粒子物理研究中心的研究人员开发了基于 SGML 的超文本版本, 被称为 HTML。HTML 继承了 SGML 的许多重要的特点, 比如结构化、实现独立和可描述性, 但是同时它也存在很多缺陷: 比如它只能使用固定的有限的标记, 而且它只侧重于对内容的显示。同时随着 Web 上数据的增多, 这些 HTML 存在的缺点就变的不可被忽略。W3C 提供了 HTML 的几个扩展用来解决这些问题, 最后, 它决定开发一个新的 SGML 的子集, 称为 XML。

XML (eXtensible Markup Language) 是由万维网协会 (W3C) 设计, 特别为 Web 应用服务的 SGML (Standard General Markup Language) 的一个重要分支。总的来说, XML 是一种中介标示语言 (Meta-markup Language), 可提供描述结构化资料的格式, 详细来说, XML 是一种类似于 HTML, 被设计用来描述数据的语言。XML 提供了一种独立的运行程序的方法来共享数据, 它是用来自动描述信息的一种新的标准语言, 它能使计算机通信把 Internet 的功能由信息传递扩大到人类其他多种多样的活动中去。XML 由若干规则组成, 这些规则可用于创建标记语言, 并能用一种被称作分析程序的简明程序处理所有新创建的标记语言, 正如 HTML 为第一个计算机用户阅读 Internet 文档提供一种显示方式一样, XML 也创建了一种任何人都能读出和写入的世界语。XML 解决了 HTML 不能解决的两

个 Web 问题,即 Internet 发展速度快而接入速度慢的问题,以及可利用的信息多,但难以找到自己需要的那部分信息的问题。XML 能增加结构和语义信息,可使计算机和服务器即时处理多种形式的信息。因此,运用 XML 的扩展功能不仅能从 Web 服务器下载大量的信息,还能大大减少网络业务量。

3.1.2 XML 文档规范

XML 是一种元标记语言,使用者可按需创建新的标记。总体来讲,XML 由文档声明、元素、元素属性以及注释组成。一个典型的 XML 文档如下所示:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!--这行是 XML 注释-->
<root>
<student id="001">
  <name>张三</name>
  <gender>男</gender>
</student>
</root>
```

其中第一行为 XML 声明,指明 XML 的版本及编码。第二行是 XML 注释,其注释规范与 HTML 一致:注释内容放在<!--和-->之间。从第三行开始是 XML 文档正文,<root>可称为根元素,以下为其子结点。在<student>元素中有一个属性,名为 id,值为“001”。在 XML 规范中,元素可有 0 个或多个属性,属性是由属性名与属性值组成的“名—值对”,二者缺一不可。元素与其属性一起称为“标签”,标签是组成 XML 文档最基本的组成要素。

XML 文档格式必须遵循一定的规范,这些规范包括:

(1) 所有的元素都必须关闭。在 HTML 规范中,这不是必须的,如
标签就是一个单标签,不需要强行关闭,但在 XML 规范中,这是不允许的,每个标签都必须关闭。

(2) 标签之间不得交叉。XML 中的标签必须满足标签与标签不能交叉,如下面就是一组交叉的标签:

```
<root>
  <sub>
    </root>
  </sub>
```

这样的格式在 XML 规范中是不允许的。

(3) 所有的属性值都必须加引号。在 HTML 中,这不是必须的,但在 XML 中,属性的值必须放在引号中。

(4) XML 中区分大小写。在 HTML 中, 标签是不区分大小写的, 然而在 XML 中, 对大小写敏感, 即 ROOT 和 root 是不同的标签。

关于 XML 文档, W3C 还有许多规范, 这里就不一一详述, 在 XML 文档设计中, 都必须遵守这些规范。

3.1.3 XML 相关技术

自从 XML1.0 规范发布之后, XML 的有关技术规范不断涌现。W3C 在 1999 年先后推出 Namespaces in XML (XML 中的名字空间)、CSS2、Associating Style Sheets with XML Documents (将样式表关联到 XML 文档) 等推荐标准。与 XML 有关的重要技术规范还包括 DOM、XSL、XLink、和 Schema 等。

1. **DTD** Document Type Definition, 文档类型定义。DTD 是关于 XML 文档中出现的标记和元素结构的语法约束, 它可用来验证一个 XML 文档。DTD 是一系列关于元素类型 (Element Type), 属性 (Attributes), 实体 (Entities) 和符号 (Notations) 的定义。它定义了文档所需的标记, 比如可在文档里使用的元素类型, 这些元素之间可能的联系, 等等

2. **XSL** XML 的一个最重要的特性是把内容和显示格式分开。这样做带来了很大的好处, 可以让不同的用户按照各自希望的格式显示同一 XML 文档的数据内容。这也就意味着 XML 文档本身并没有关于格式方面的信息。为 XML 文档提供格式信息的是样式表, 适用于 XML 文档的样式表语言有 XSL 和 CSS2 语言。XSL 的优势在于它可以用于转换, 当然 XSL 也可以把 XML 文档转换为 HTML 格式。处理 XSL 样式表的是 XSL 样式表处理器, 样式表处理器接受一个 XML 文档或数据, 以及 XSL 样式表, 输出特定样式的显示, 其显示格式根据 XSL 样式表确定。这个处理过程分两步进行, 首先, 从 XML 源树构建一棵结果树, 然后, 翻译结果树, 产生作用于显示器或纸或其它媒介的显示。第一步被称为树转换; 第二步称为格式化。

3. **XLINK** XLink 是一种用 XML 元素向 XML 文档中加入链接的机制。它提供了比 HTML 更加灵活的链接机制, 不仅支持 HTML 的单向链接, 还支持多目的, 多方向链接, 它甚至还允许链接单独提出来存放在数据库中, 或者是单独的文档中。链接可以分为简单链接 (Simple Links) 和扩展链接 (Extended Links)。简单链接的功能相当于 HTML 中的 <A> 标记。扩展链接是 XLink 为支持多方向多目的而提出的。和简单链接不同, 它可以有多个目标。用

户可以自由选择到其中的任一目的地这也是 XLink 链接机制的优点所在。

4. Schema DTD 缺乏对 XML 文档的内容及其语义的约束机制, 这将限制 XML 处理器进行有效的类型检验, 应用软件开发将不得不专门编写有关类型检验的代码。因此有必要为 XML 建立一个更全面的有效性约束机制, 使 XML 处理器更好地进行有效性检验, 这样就产生了 XML Schema Language。用 XML Schema Language 书写的 schema 文档定义了相应 XML 文档的规则, 以约束其数据元素及其关系。首先, schema 文档从数据结构和数据类型两方面更严格地约束相应 XML 文档, 它可以定义 DTD 所无法定义的规则, 而 DTD 仅从结构上对 XML 文档进行有限的约束。其次, DTD 语言有其独立的语法形式, 而 XML Schema Language 实际上是 XML 语言的一个应用, 因此, schema 文档本身就是一个 XML 文档, 可以用 XML 工具进行分析。这样 schema 文档也就可以用现有的 DTD 语言加以描述。

5. Unicode 在 WEB 应用中广泛采用的一个字符编码标准, 它将几乎世界上所有的文字都包括进去了。XML 标准要求 XML 解析器必须至少支持 UTF-8/16 编码的 Unicode 字符。

6. NameSpaces 命名空间, 它提供了一种简单的方式, 用来解决多 DTD 的 XML 文档中元素名、属性名相冲突的问题。

3.1.4 XML 解析

XML 解析器 (XML Parser) 是对 XML 文档进行解析 (Parse) 的软件。解析器读取 XML 中的标签并对其内容进行识别, 以提供给其它处理程序进行数据处理。XML 解析器是进行 XML 操作必不可少的软件。XML 文档经解析器的处理流程如图 3-1 所示:

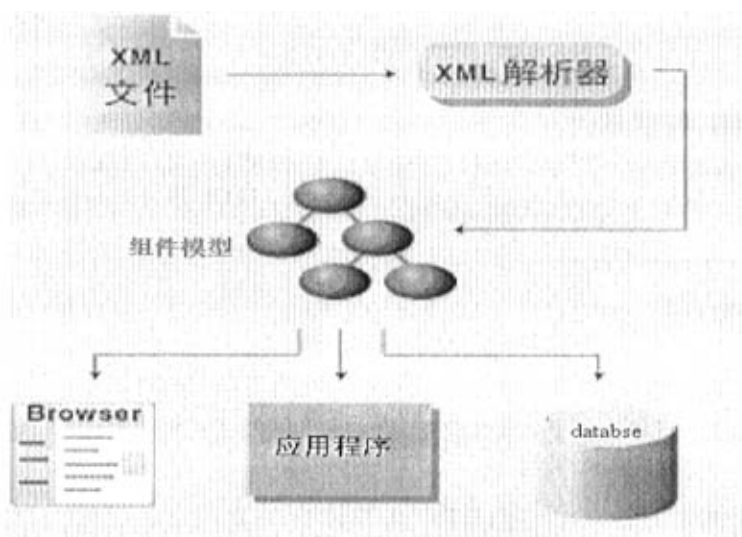


图 3-1 XML 解析器工作原理

当前对 XML 的解析方式主要有 DOM 树和 SAX 解析。以下是对这两种方式的比较:

DOM 树所提供的随机访问方式给应用程序的开发带来了很大的灵活性,它可以任意地控制整个 XML 文档中的内容。然而,由于 DOM 分析器把整个 XML 文档转化成 DOM 树放在了内存中,因此,当文档比较大或者结构比较复杂时,对内存的需求就比较高。而且,对于结构复杂的树的遍历也是一项耗时的操作。所以,DOM 分析器对机器性能的要求比较高,实现效率不十分理想。不过,由于 DOM 分析器所采用的树结构的思想与 XML 文档的结构相吻合,同时鉴于随机访问所带来的方便,因此,DOM 分析器还是有很广泛的使用价值的。

SAX 分析器在对 XML 文档进行分析时,触发了一系列的事件,由于事件触发本身是有序性的,因此,SAX 提供的是一种顺序访问机制,对于已经分析过的部分,不能再倒回去重新处理。SAX 之所以被叫做“简单”应用程序接口,是因为 SAX 分析器只做了一些简单的工作,大部分工作还要由应用程序自己去做。也就是说,SAX 分析器在实现时,它只是顺序地检查 XML 文档中的字节流,判断当前字节是 XML 语法中的哪一部分、是否符合 XML 语法,然后再触发相应的事件,而事件处理函数本身则要由应用程序自己来实现。同 DOM 分析器相比,SAX 分析器缺乏灵活性。然而,由于 SAX 分析器实现简单,对内存要求比

较低，实现效率比较高，对于那些只需要访问 XML 文档中的数据而不对文档进行更改的应用程序来说，SAX 分析器更为合适。

3.1.5 XML 的优缺点

正是 XML 的特点决定了其卓越的性能表现。XML 作为一种标记语言，有许多优点：

(1) 简单。XML 经过精心设计，整个规范简单明了，它由若干规则组成，这些规则可用于创建标记语言，并能用一种常常称作分析程序的简明程序处理所有新创建的标记语言。XML 能创建一种任何人都能读出和写入的世界语，这种创建世界语的功能叫做统一性功能。如 XML 创建的标记总是成对出现，以及依靠称作统一代码的新的编码标准。

(2) 开放。XML 是 SGML 在市场上有许多成熟的软件可用来帮助编写、管理等，开放式标准 XML 的基础是经过验证的标准技术，并针对网络做最佳化。众多业界顶尖公司，与 W3C 的工作群组并肩合作，协助确保交互作业性，支持各式系统和浏览器上的开发人员、作者和使用者，以及改进 XML 标准。XML 解释器可以使用编程的方法来载入一个 XML 的文档，当这个文档被载入以后，用户就可以通过 XML 文件对象模型来获取和操纵整个文档的信息，加快了网络运行速度。

(3) 高效且可扩充。支持复用文档片断，使用者可以发明和使用自己的标签，也可与他人共享，可延伸性大，在 XML 中，可以定义无限量的一组标注。XML 提供了一个标示结构化资料的架构。一个 XML 组件可以宣告与其相关的资料为零售价、营业税、书名、数量或其它任何数据元素。随着世界范围内的许多机构逐渐采用 XML 标准，将会有更多的相关功能出现：一旦锁定资料，便可以使用任何方式透过电缆线传递，并在浏览器中呈现，或者转交到其他应用程序做进一步的处理。XML 提供了一个独立的运用程序的方法来共享数据，使用 DTD，不同的组中的人就能够使用共同的 DTD 来交换数据。你的应用程序可以使用这个标准的 DTD 来验证你接受到的数据是否有效，你也可以使用一个 DTD 来验证你自己的数据。

(4) 国际化。标准国际化，且支持世界上大多数文字。这源于依靠它的统一代码的新的编码标准，这种编码标准支持世界上所有以主要语言编写的混合文本。在 HTML 中，就大多数字处理而言，一个文档一般是用一种特殊语言写成的，不

管是英语，还是日语或阿拉伯语，如果用户的软件不能阅读特殊语言的字符，那么他就不能使用该文档。但是能阅读 XML 语言的软件就能顺利处理这些不同语言字符的任意组合。因此，XML 不仅能在不同的计算机系统之间交换信息，而且能跨国界和超越不同文化疆界交换信息。

(5) XML 可以用于本地计算的数据。传递到桌面的数据可以进行本地计算。XML 解析器可以读取数据，并将它递交给本地应用程序（例如浏览器）进一步查看或处理。数据也可以由使用 XML 对象模型的脚本或其他编程语言来处理。

(6) XML 可以为用户提供正确的结构化数据视图。传递到桌面的数据可以以多种方式表示。本地数据集，可以根据用户喜好和配置等因素，以适当的形式在视图中动态表现给用户。

(7) XML 允许集成不同来源的结构化数据。一般情况下，使用代理，在中间层服务器上集成来自后端数据库和其他应用程序的数据，使该数据能够传递给桌面或者其他服务器，做进一步聚合、处理和分布。

(8) XML 描述来自多种应用程序的数据。由于 XML 是可扩展的，因此它可以用于描述来自多种应用程序的数据，从描述 Web 页面集合到数据记录。由于数据是自描述的，因此不需要数据的内置描述，也能够接收和处理数据。

(9) XML 通过粒度更新来提高性能。XML 允许粒度更新。开发人员不必在每次有改动时都发送整个结构化数据集。有了粒度更新后，只有改变的元素才必须从服务器发送到客户机。改变的数据可以在不必刷新整个页面或表的情况下显示。所有这一切将使 XML 成为数据表示的一个开放标准，这种数据表示独立于机器平台、提供商、和编程语言。它将为网络计算注入新的活力，并为信息技术带来新的机遇。

同时，当前 XML 也有一些缺点：

(1) 牺牲效率。无论是采用 DOM 方式还是 SAX 方式对 XML 进行解析，都不能同时满足速度与内存充分使用的要求，只能根据具体应用对解析的要求选择一种解析方式，虽然有技术可以支持同时使用 DOM 和 SAX 进行 XML 处理，但在可操作性和编程复杂性方面有较高要求，而且并不一定能提高 XML 处理效率。

(2) 语义表达能力不足。XML 标签可以人为地指定其标签名，但无法使计算机对其语义进行像人类语言一样的判断。

(3) 浏览器对 XML 的支持也是有限的。不管是 IE 还是 NetScape，都还没有完全支持 XML 的所有特性。

综上, 虽然 XML 有着一些缺点, 但在当前的数据传输和处理方面, 它有着其它技术无法比拟的优势, 相信随着 XML 相关规范的进一步发展, XML 会有更多的应用前景。

3.2 GML 概述

GML 是 OGC 对 XML 做的一种扩展, 目标是解决全球地理参考信息的互操作问题。GML 继承了 XML 的特性, 对现实世界中地理特征对象的几何数据和属性数据进行编码, 它是一个空间数据领域的数据类型定义集合。

3.2.1 GML 的设计目标

作为一种通用的地理数据描述语言, 其设计目标为:

- 为空间数据的传输和存储提供一种编码空间信息的方式;
- 具有足够的扩展能力以便支持从地理空间数据的显示到地理空间分析等各种空间任务;
- 以一种渐进的、模块化的方式建立 WebGIS 的基础;
- 能够对地理空间几何体进行有效的编码;
- 对空间信息和空间关系提供一种易于理解的编码方式;
- 从数据的表达中能够将空间和非空间内容进行分离;
- 能够容易的将空间数据和非空间数据集成起来;
- 便于将空间或几何要素与其他空间或非空间元素进行链接;
- 提供一套公共的地理建模对象以便使各独立开发的应用系统间的互操作成为可能。

3.2.2 基于 GML 的空间数据组织

(1) 用 GML 对空间参考系统进行编码

地理信息系统最主要的一部分就是通过参考系将地理特征与地球表面或者与地球表面相关的结构联系在一起。目前的 GML 所采用的空间参考系是可扩展的并与目前所使用的主要的投影类型和大地参考系是一致的。另外, GML 还允许用户定义自己的单位和参考系的参数。未来的 GML 将可能采用更灵活的编码来处理本地坐标系统。

为什么需要对空间参考系统进行编码？因为 GML 并不会让数据的提供者在发送数据的同时将与数据相一致的参考系统编码也一并发送。然而，在很多时候这些信息是非常有价值的，通常由它可以进行坐标系统间的转换。

(2) 用 GML 对特征几何和属性进行编码

GML 是基于 OGC 的地理抽象模型基础之上的，它用地理特征来描述世界。地理特征是一序列的属性和几何体。属性有其名称、类型、属性值的描述；几何体由基本的点、线、曲线、面、多边形等组成。为了简便，最初的 GML 规范仅限于二维几何体。现在 GML 已经可以对很复杂的地理实体进行编码。一个地理实体是由很多的几何元素构成。一个复杂的几何实体又是由很多的点、线、多边形等几何体类型构成。对一个地理实体的几何特性进行编码，如一个学校可以用下面简单的语句来描述：

```

<MiddleSchool ID = " 1451">
  <description>No.18 Middle School</description>
  <NumStudents>1000<MumStudents>
  <NumFloors>5</NumFloors>
  <extentOf>
    <Polygon srsName="epsg:27354">
      <outerBoundaryls>
        <LinearRing>.....
          <coordinates>491888.999999459,5458045.99963358
            .....
          </coordinates>
        </LinearRing>
        .....
      </MiddleSchool>

```

3.2.3 GML 描述空间数据的优势

(1) 内容与表现形式的分离

地理数据中所关注的是用地学名词对世界的描述，它与其他数据可视化的形

式是有区别的。地理数据包括地理事物的属性信息和几何属性。如何将这些信息标注在地图上,用什么样的颜色和线型差别是很大的。GML 可以将地理信息的内容和表现形式分离,GML 只描述 GIS 数据本身,数据的具体表现形式可利用样式表进行转换,使地理信息能根据客户的配置和实际情况动态地表现。具体实现时一般转换成浏览器能显示的矢量数据格式如 SVG (Scalable Vector Graphics)、VML(Vector Markup Language)等。

(2) GML 是文本标记语言,可以用公共工具浏览和编辑

与 XML 编码相似,GML 也是用文本的形式来进行地理信息的表示。文本有其简单和易见性、而且容易检查和转换。GML 数据是文本数据,也是结构化的。任何 XML 编辑器都可以显示其结构并进行编辑。而且 XML 编辑器会确保任何被创建和修改的数据与相应的 DTD 或者 Schema 保持一致。

(3) 数据完整性的自动化校验

XML 的重要特性之一就是数据完整性的检验。在 XML 规范中,由 DTD 或者 Schema 来完成。现在的 GML 版本已经支持 XML Schema。通过 GML DTD 或者 GML Schema,服务器端和客户端可以容易地对它们发送或者接收到数据的进行检验,以确定是否与规范相一致。

(4) 容易与非空间数据集成

GML 可以将不同来源的结构化的 GIS 数据进行合并、集成。客户获得 GML 数据后,可以用于多个 WebGIS 应用系统,也可用于测量、制图、空间分析和地理建模等本地地理计算和二次处理,扩展 XML 与 GIS 数据的多方面应用。而且 GML 提供了一种简单的与其它 XML 数据元素相链接的方式,这就是 XLink 和 XPointer。通过表现良好的 URI 语法可以很容易的与非 XML 元素链接起来。

(5) 可以方便的与其它数据格式转换

XML 可以很容易的将不同的 XML 数据按照相应的 DTD 或 Schema 进行转换,如从一个 GML 数据文件生成一个 SVG 图形元素流。这种转换可以通过多种方式来实现,例如 XSLT, JavaScript 等。XSLT 是比较好的一种方式,通过 XSLT 可以很容易创建一个样式表来定位或者将 GML 元素转换为其它的 XML 元素。例如:使用 XSLT 以及适当的扩展函数,可以提取出满足不同空间和属性查询的数据;改变 XSLT 样式表可以实现参考系坐标的转换;还可以转换成其它格式,甚至是 PDA 和手机等终端可以显示的数据格式。

(6) 使空间数据共享与互操作成为可能

GML 有助于实现地理空间数据的标准化、结构化,地理数据可被 XML 唯一

标识, 便于网上查询和搜索, 这样, 就能很快的扩大第一层次的共享范围。

GML以统一定义的要素集合作为其文档的基础。对所有基于 GML 的 WebGIS 系统而言, 由于有了相同标准的 GML 编码, 相互间的数据共享也就成为了可能, 这为实现不同系统之间的互操作打下了良好的基础。另外, GML 还能够传送行为, 虽然 GML 并没有自身行为的编码, 但是 GML 可以与其它语言结合在一起有效地进行地理行为的传送, 这对所有采用 GML 的 WebGIS 系统间的服务共享是很有利的, 因为数据和请求的操作可以包含在一个 GML 中。

(7) 数据传输的便利

GML 是基于 XML 的, 用 GML 在现有的 WEB 上传输 GIS 数据具有可行性, 不需要改变原有的网络基础, 利用通用的 HTTP 协议, 成本低廉。

(8) 拥有广泛的支持

XML 具有开放的标准和众多软件公司的支持。GML 是严格的按照被广泛采用的 XML 标准制定的, 这就确保了 GML 数据可以被广泛的商业或者免费工具所浏览、编辑、转换, 正因为这样才能真正的谈论开放的网络地理信息系统。

(9) 有可能实现空间对象间关系的描述

这可能是除了 GML 能够实现空间数据的共享与互操作之外最激动人心的一点。地理实体之间必然存在各种简单或者复杂的关系, 这些关系的研究与表示一直是 GIS 的难点。基于栅格或者矢量定义的拓扑关系的描述相对比较复杂, 面向对象的地理模型中拓扑关系的存储也存在一定的难度。GML 结合 XLink 在一定程度上解决了其中的部分问题, 可以使用相应属性的定义来描述对象间的关系。例如, 下面的 GML 代码段描述了两个区域 Lp1 和 Lp2 是彼此相邻的, 它们的公共边长度 1000。

```
<LandParcel fid= "Lp1">
  <area>555</area>
  <gml:extentOf> ..... </extentOf>
</LandParcel>
/*区域 Lp 1 */
<LandParcel fid= "Lp2">
  <area>456</area>
  <gml:extentOf>..... </extentOf>
</LandParcel>
/*区域 Lp2*/
```

```

<Adjacent Pair fid= "Adl">
  <commonBoundaryLength> 1000</commonBoundaryLength>
  <adjacent To xlinktype= "simple"xlink :href= "#Lp1"/>
  <adjacent To xlinktype="simple"   xlink :href= "#Lp2"/>
</Adjacent>
/*Lp1 与 Lp2 之间的关系*/

```

3.2.4 GML 的建模研究与航务应用

GML 提供了一个表达地理特征 (Feature) 的通用大纲框架。由于 GML 是严格遵守 XML 标准的,这就确保了 GML 数据可以被广泛的商业或者免费工具浏览、编辑、转换等,真正实现开放的地理信息的共享和互操作。

3.2.5.1 GML 的架构

GML 是一个开放的框架结构,由 2 个基本的 XML Schema 构成,其中, Feature.xsd 定义了抽象地理特征模型, geometry.xsd 定义了具体的几何形状信息, xlink.xsd 定义了各种功能链接。他们之间的关系如图 3-3。

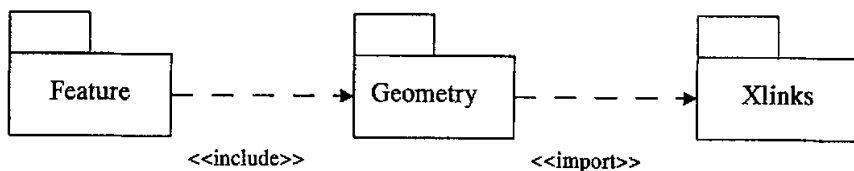


图 3-2 总体关系图

图中 3 个 Schema 相当于 3 个基类,通过对这 3 个基本 Schema 的继承和扩展,可以定义自己的 Schema 来对地理数据进行编码,实现以 XML 的方式对 GIS 的地理信息建模。

GML 使用地理要素 (Feature) 来描述地理世界,本质上一个地理特征 (Feature) 是由一系列属性 (Properties) 及几何信息 (geometries) 所组成。属性的内容包括名称 (name)、类型 (type)、值的描述 (value description) 等,几何信息 (geometries) 则由基本几何对象 (例如点、线、多边形) 所组成。

GML 的编码可以对很复杂的地理要素进行编码,各地理要素 (Feature) 是由许多几何对象元素所组成,称为几何集 (Geometry Collection) 也可以包含不同形态的几何对象,一个复杂的几何实体又是由很多的点、线、多边形等几何体类型所构成。

3.2.5.2 地理空间数据模型

GML 对地理空间数据的理解可以简单地概括为:地理空间是一个目标组合排列集,每个目标或者对象都具有位置、属性和时间信息,以及对象之间的拓扑关系、语义关系等。下面分别研究利用 GML 对空间物体的属性信息、几何位置以及拓扑关系的描述方法。

一、几何模型

空间几何对象可以归纳为点、线、曲线、多边形等几种空间类型。GML 通过 Geometry schema 定义了有关几何基本的图形元素,geometry.xsd 提供了点(point)、线(line)、多边形(polygon)、点集(multipoint)、线集(multiline)、多边形集(multipolygon)等基本几何图形,及复合类型(complex type)的几何图形,它们都可以直接使用。UML 是一种标准的、功能强大的面向对象的建模语言,是 GIS 设计的有效方法。geometry.xsd 的 UML 表示如图 3-3。

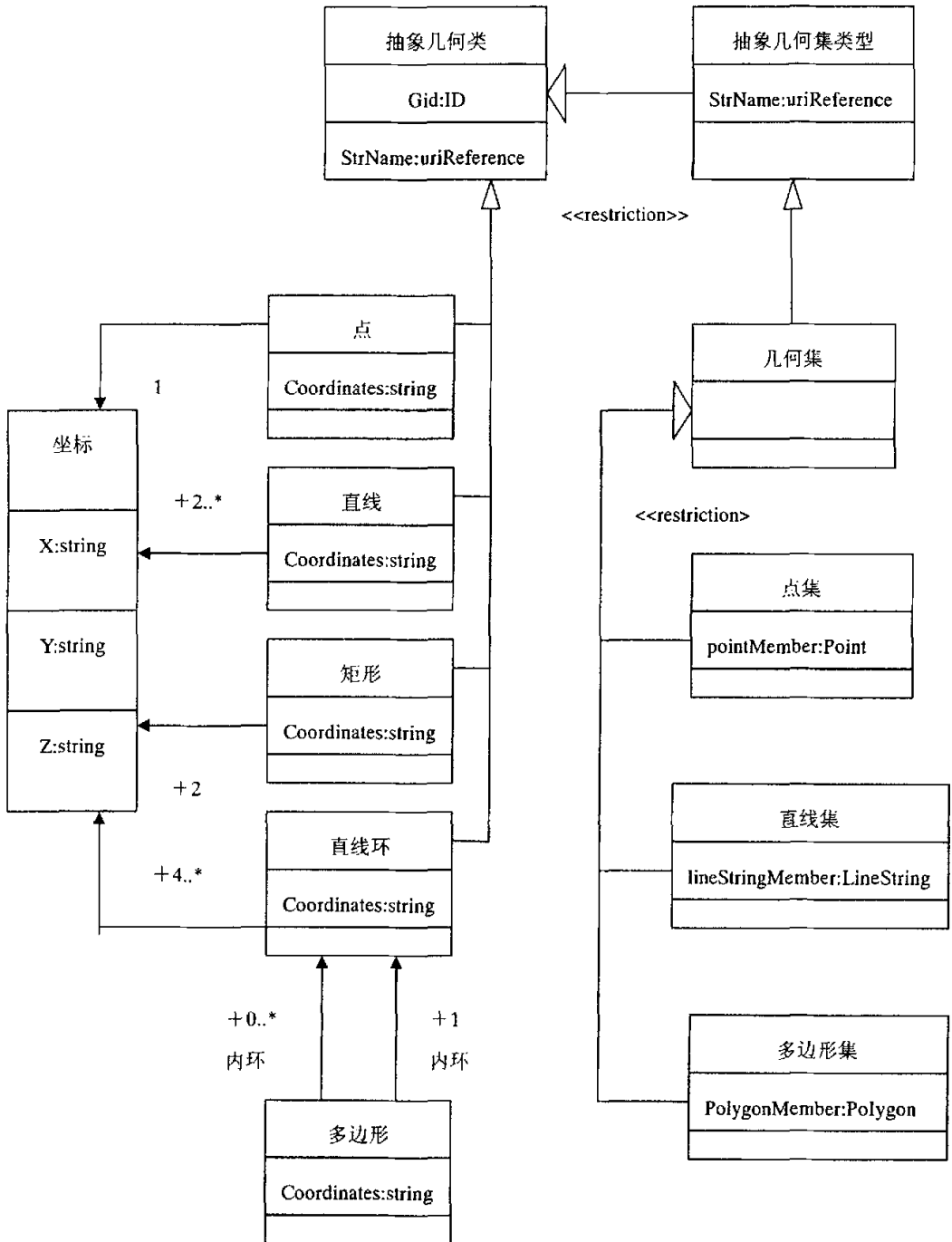


图 3-3 geometry.xsd 结构图

利用上述的 `geometry.xsd` 提供的基本几何图形，我们可以进行地理信息的几何建模。例如在四川省航务局水上救助系统的事故船只轨迹回放 GIS 系统中，船只可以认为是点状地物，用 `Point` 类型进行描述；航道是线状地物，可以用 `LineString` 进行描述；行政区域可看成是多边形地物，用 `Polygon` 描述。

二、特征模型

GML 中的地理特征 (Feature) 包括一系列的属性和相应的几何信息，一般来说，属性由名字、类型和值组成。GML 的 `feature.xsd` 描述了地理特征的编码，它的 schema 的 UML 表示如图 3-4。

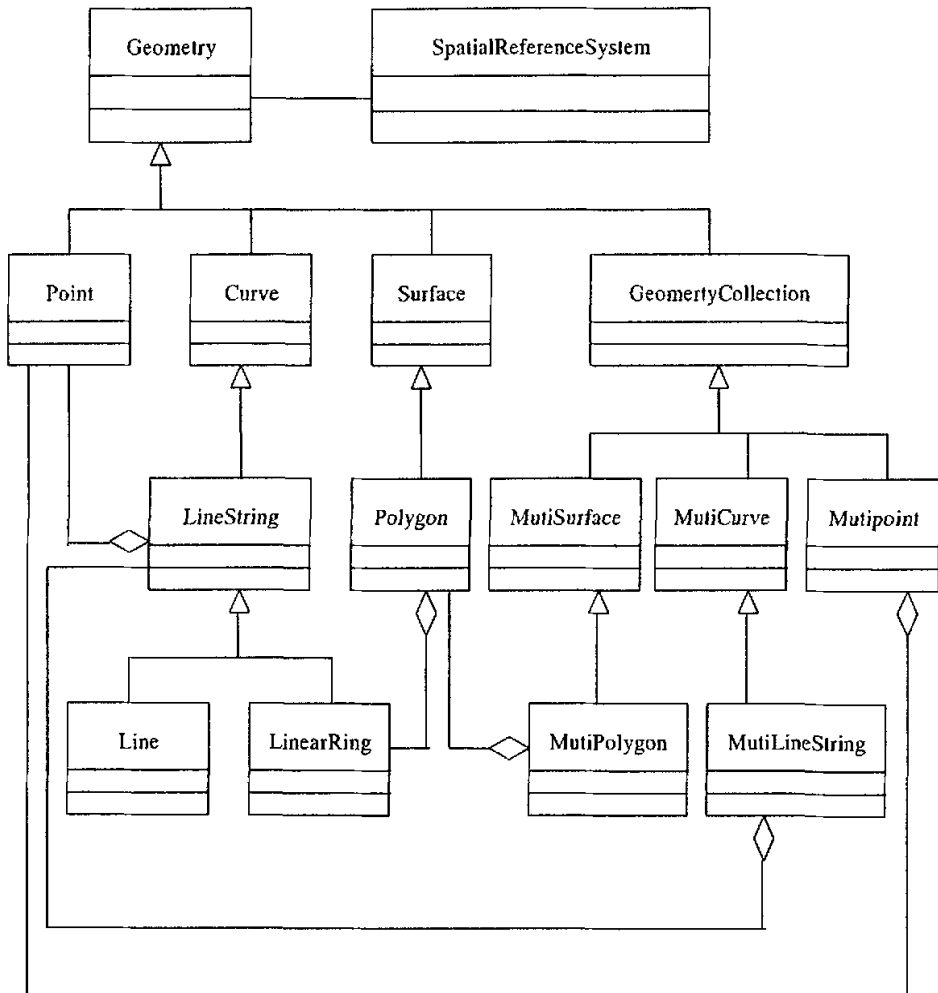


图 3-4 feature.xsd 结构图

利用 GML 的 `feature.xsd`, 可以像一般 XML 语言定义一些不包含几何信息的普通元素, 这些元素可以嵌套或者参照, 还可以定义相应的属性信息。

另外, 加入上面介绍的几何信息, 就可以定义具体的地理实体 (包含了属性信息和几何信息), 即所讲的地理对象。例如以船只为例, 对一艘船只建模, 只要说明其船只编号、状态等一些属性信息, 再加上其所在的地理位置坐标 (x, y), 即可以认定就是一个具体的地理实体。

GML 定义了抽象的元素类型, 同时也定义了一些具体的类型。更为重要的是, 用户可以扩充模型的定义, 以满足自己的要求。

三、拓扑模型

地理实体必然存在各种简单或复杂的关系—拓扑关系。GIS 的拓扑关系研究与表示一直是 GIS 的热点与难点问题。针对栅格或矢量定义的拓扑关系的描述相对比较复杂。

而且, 面向对象的地理模型中拓扑关系的存储也存在一定的难度。GIS 提供的 `xlink.xsd` 解决了上述问题。可以使用其 `adjacent` 属性定义相邻关系, 描述几块区域是彼此相邻的, 或者是相交的, 以及地物之间的联系。

四、GML 建模的一般步骤

GML 提供的基本模式是用户建模的元模式 (或基础类集), 用户可以根据需要选择必要的元模式进行建模, 构造自己的应用模式 (Application schema)。

GML 空间数据建模的一般步骤如下:

(1) 新的要素或要素集类型 (Feature 或 Feature Collection) 应用模式设计者可以用 GML 提供的 `gml:AbstractFeatureType` 或 `gml:AbstractFeatureCollectionType` 类型为基础, 创建自己的 `feature` 或 `feature collection` 的类型。

(2) 定义新的几何类型 (geometry type)。设计者可以根据需要创建自己的几何类型, 但必须是 GML 类型 `gml:AbstractGeometryType` 或 `gml:GeometryCollectionType` 的子类型。

(3) 定义新的几何属性 (Geometry Property)。设计者可以根据需要创建自己的几何图形属性, 但必须是 `gml:GeometryPropertyType` 的子类型。

(4) 声明目标名称空间 (target namespace)。在应用模式中一般要声明一个 `target namespace`。模式中所声明的元素及类型定义都位于这 `namespace` 中。`namespace` 用来避免元素名称的冲突。在分布式网络环境中, 不同的 XML 文件中可能使用了相同名称的元素, 声明适当的 `namespace` 可以解决元素名称冲突的问题。

(5) 引进不同名称空间的模式 GML 文件, 可以从多个不同的 namespace 引用不同来源的 schema。

(6) 使用 substitution group。在全局元素 (global element) 中所定义的 substitution group 可以取代 GML 元素, 并为整个 GML application schema 所使用。

(7) 声明额外的属性 GML 提供了一些预先定义好的几何属性 (geometric property)。包括 location、centerLineOf、extentOf 等等。设计者可以使用 substitution group 来给它们命名。

(8) 定义新的要素关联类型。设计者可以创建自己的要素关联类型(feature association type), 而这必须由 gml:FeatureAssociationType 延伸而来。

3.2.5.3 基于 GML 的航道网络建模

航道网络模型可以抽象为由航道段和航道结点组成。这里将航道的起终点、桥梁、码头、船只、交叉口等抽象为航道结点, 其 UML 模型如图 3-5 所示。

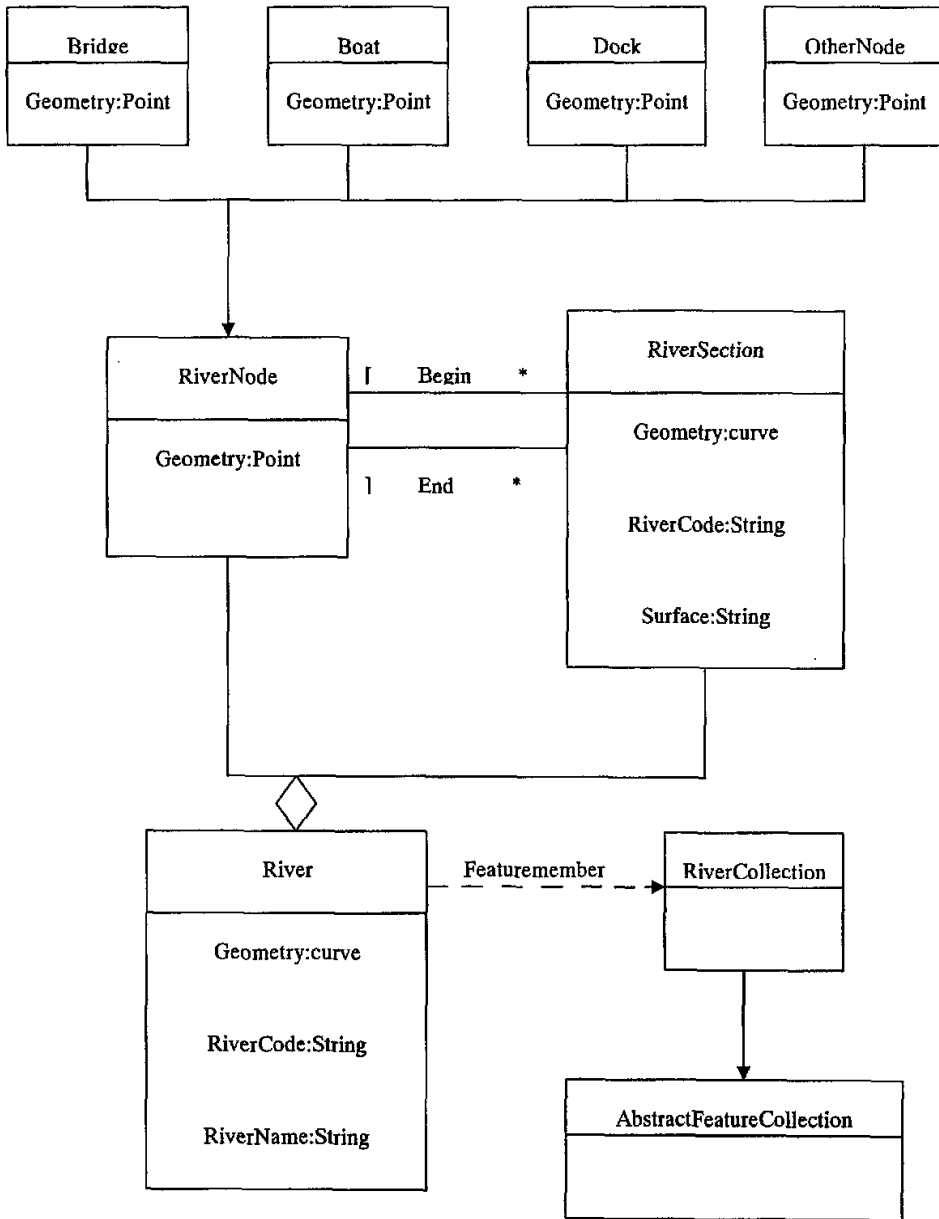


图 3-5 航道网络设计结构图

基于 GML 的航道网络建模就是要定义表达航道网络要素的 XML Schema—Rivernetwork.xsd。限于文章篇幅，以下仅给出了模式文档中部分元素的定义：

```
<element name= "River" type= "RiverType"
  substitutionGroup= "gml:_Feature" />
<complexType name= "RiverType" >
  <complexContent>
    <extension base= "AbstractFeatureType" >
      <sequence>
        <element name= "riverName"
          type= "String" maxOccurs= "unbounded" />
        <element name= "riverCode"
          type= "String" maxOccurs= "unbounded" />
        <element name= "boundedBy"
          type= "gml:BoundingShapeType" />
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
<element name= "RiverSection"
  type= "RiverSectionType"
  substitutionGroup= "_networkLink" />
<complexType name= "RiverSectionType" >
  <complexContent>
    <extension
      base= "AbstractFeatureType" >
      <sequence>
        <element name= "natureOfRiver"
          type= "NatureOfRiverType" />
        <element name= "length"
          type= "MetresMeasureType" />
        <element name= "polyline"
          type= "gml:GeometryPropertyType" />
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

```
<element name= "directedNode"  
type= "directedNodeAssociationType" minOccurs= "2" maxOccurs= "2" />  
  <element name= "referenceToPhotographicArea"  
type= "gml:FeatureAssociationType"  
maxOccurs= "unbounded" />  
  </sequence>  
  </extension>  
</complexContent>  
</complexType>
```

第四章 航务水上救助系统中的 WebGIS 运用与开发

4.1 四川省交通厅航务局水上救助系统介绍

四川省交通厅航务局水上救助系统是由四川省交通厅信息中心提出，由国腾信息安全公司承接，电子科大国腾信息安全实验室开发的项目。

4.1.1 系统建设总体目标

通过软件系统的建设，实现四川省航运搜救指挥的统一管理、实时监控，事故现场视频会议；发挥信息共享、在线查询与跟踪、辅助决策、预案生成的优势，提高事故处理速度和智能化水平，进而实现与交通、医疗急救、公安、消防、新闻媒体等部门的联动功能。

4.1.2 系统设计原则

四川省航务局航运搜救指挥系统的设计和建设遵从以下基本原则：

(1) 统一规划、分步实施、有限目标、滚动发展的原则。严格按照统一指挥、联合行动、快速反应的要求对系统进行设计和建设。本系统是一个涉及面广、系统复杂程度比较高的系统工程，因此在系统设计阶段需要对整个系统的体系架构、各个子系统的功能划分和它们之间的集成接口进行统一规划，并根据系统的要求和实际情况制定出科学合理的分步实施方案。在系统建设过程中的每一步以明确的目标为指导，分步骤实施，使整个系统的建设过程以稳健的方式来逐渐趋近最终目标和任务。

(2) 充分利用和整合现有资源的原则。整合通信资源，使指挥通信有序化，为统一指挥、协同作战提供通信保障；整合信息资源，加强信息的管理和应用，建立“关联应用”体系。

(3) 技术先进性和实用性相结合的原则。利用计算机辅助调度等先进、实用技术，尽可能降低系统对个人经验的依赖，提高事故处理速度和智能化水平。在系统的设计和建设过程中以用户的需求为中心，以先进、成熟、实用的技术为手段，以实现接系统的快速联动、准确、高效为目的。充分发挥系统信息共享、在

线查询与跟踪、辅助决策、预案生成的优势达到提高事件处理速度和智能化水平的目的。

(4) 系统实现的业务和管理流程与现行制度、规范、原则相吻合。

(5) 系统实现以自身业务流程为主线，重点突出与交通、医疗急救多方联动的功能。

4.1.3 系统特点

(1) 统一性：系统的所有软硬件统一考虑，集成为一个整体。对整个系统的维护与管理本方案将做成一个统一的组件来完成，包括用户及角色的管理、统一权限管理、系统数据的维护与管理等功能，方便用户使用和管理。

(2) 实用性：从用户的角度出发，通过对纷繁复杂的业务流程和用户需求进行详细分析最后收敛成多个专业子系统，并以简单、快速、高效、准确、可靠为原则，实现系统既定的目标和任务。

(3) 先进性：在立足现状并长远考虑的基础上，系统优先采用具有国际先进水平的主流技术和解决方案，力求延长整个系统的生命周期。在应用软件体系架构上采用多层分布式体系结构。

(4) 安全可靠：四川省航务局航运搜救指挥系统是一个对安全、稳定、可靠运行要求很高的系统，本方案在核心系统、关键设备上大量采用了集群技术、负载均衡、双机热备份手段以及关键部件的冗余设计。从网络到应用到数据采用多级可靠性保护措施，系统具有容错性和抗灾难性，保证系统全年 365x 24 小时不间断运行，并在系统出现问题时能够自动告警并迅速作出反应；系统具有完整的、统一的用户权限管理机制，防止非法访问、越级访问和非法操作，同时提供安全日志的功能。

(5) 经济性：系统总体上具有良好的性能价格比，并考虑到在今后的系统升级过程中对现有投资的保护。

(6) 开放性：基于开放的软硬件平台，采用标准的、可扩展的技术，遵循开放系统的国际标准。应用软件系统相对独立于系统软件平台和硬件平台，可移植性、伸缩性、通用性都比较好，系统具有良好的与外部系统的互连互通能力。本系统提供的 API 接口满足第三方开发应用系统的要求，并愿意与第三方协商解决应用系统集成问题。

4.1.4 系统整体结构

系统的总体架构图如图 4-1 所示。



图 4-1 四川省交通厅航务局信息化平台结构图

4.1.4.1 搜救方案生成系统

一、搜救方案生成逻辑

搜救方案生成逻辑如图 4-2 所示。



图 4-2 搜救方案生成过程图

二、信息采集

1. 船只信息

包括失事船只以及所有相关船只信息，如：船舶的位置、航速、航向以及事故船只的险情数据。

2. 航道信息

包括航道级别、水深、弯曲半径、险滩系数等等。

3. 地方救援中心信息

地方航务管理机构，110，武警等能够参与救援的机构信息，包括，联系方式，地点，以往救援记录等。

4. 医院信息

包括医院联系方式，地点，距失事地点距离。医院级别，床位，医疗设备情况等。

5. 天气信息

包括风力、气温等信息，以便于综合考虑救援方案。

6. 其他信息

其他有可能影响或帮助救援行动的信息。

三、初始资源分析

将已经收集到的相关信息进行过滤，排除与本次收救无关信息，比如，屏蔽离失事船只距离过远的船只，医院。屏蔽完全不能达到营救规模要求的船只医院等。

四、资源优先级评定

对一切可利用资源进行资源优先级评定，根据本次事故信息对每一个可利用资源的搜救相关能力以及可获得概率、反映速度做出评定。对于搜救最有帮助的资源按类别给予最高优先级别。

五、搜救方案生成

按照资源优先级别，考虑相互配合关系，生成若干套搜救方案，按搜救效果，资源花费为序生成。也可以按照动态输入的搜救效果，资源花费要求动态生成搜救方案。

4.1.4.2 事故船只轨迹回放系统

一、系统框架图

事故船只轨迹回放系统框架如图 4-3 所示。

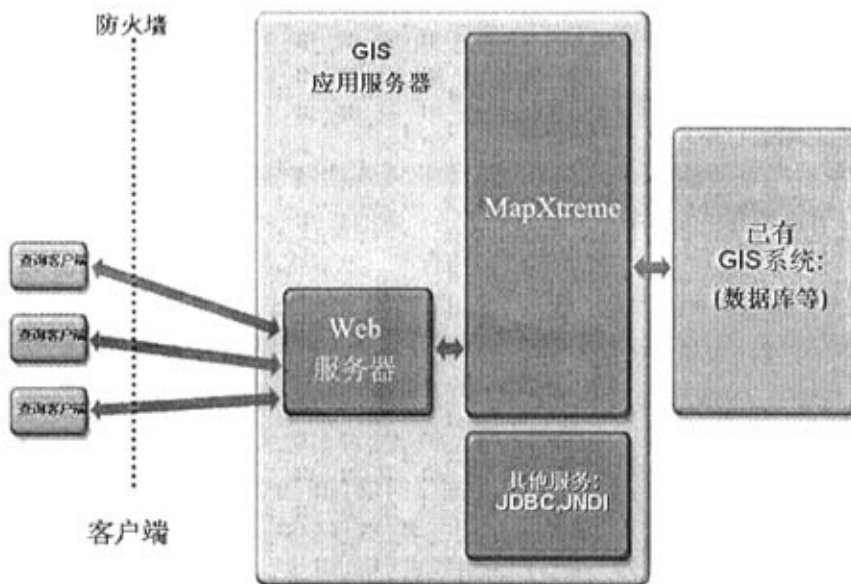


图 4-3 轨迹回放模块结构图

实现查看船舶在过去的指定时间内的历史运行情况。设定轨迹回放的时间段，

回放条件,系统根据设定的回放条件寻找符合条件的记录,并在电子地图上进行直观显示。回放的速度可以调节,可以暂停回放,亦可以查看任意时间的船舶定位数据和状态,同时可以对多艘船舶同时进行轨迹回放,以便查看多条船舶在时间上的相互位置关系,便于对各类事件进行分析。

二、轨迹回放模块功能描述

(1) 数据显示层

该层主要实现了已有 GIS 数据的显示。用户在 Web 客户端设定轨迹回放的时间段,回放条件,系统根据设定的回放条件寻找符合条件的记录,并在电子地图上显示出轨迹。并且可以对回放的速度进行调节,可以暂停回放。还可以同时显示多艘船舶的回放轨迹,以便查看多条船舶在时间上的相互位置关系,便于对各类事件进行分析。

(2) 应用服务层

GIS 应用服务层是分布式 WebGIS 建立的核心,用于处理请求并把对数据处理命令传给应用服务器 MapXtreme,Web 服务器层处理客户端 Applet 的请求并把对空间数据处理命令传给应用服务器 MapXtreme,回传包含 Java Applet 的 HTML 文件及 Java 服务器对象组件;同时下载 GIS 组件以及加载空间数据等。客户端 Java Applet 通过服务器端 Servlet 的 URL 重新构造 URL 类,向服务器端的 Servlet 发出请求,Servlet 调用 JDBC 驱动器,JDBC 驱动器负责连接、操作 GIS 数据库并在客户浏览器的 Java Applet 中显示。

(3) 数据服务层

数据服务层为应用服务层提供所需的数据服务,主要包括空间数据库的存取管理功能。GIS 数据分空间数据和属性数据,二者的紧密结合形成对地物的描述。我们准备用 OracleSpatial 数据库来管理地图数据。对于轨迹回放系统来讲,需要把各艘船的位置历史记录存储在 OracleSpatial 数据库中。对于分布式 Web GIS 应用而言,用户在客户端某一时刻所请求的空间数据是一定的,相对于整个海量空间数据又是局部的。因此如何实时获取用户某一时刻所请求的空间数据是实现分布式 WebGIS 应用的关键之一。对此需要建立海量空间数据的索引。在进行数据获取和空间查询服务时,需要在数据服务层中对空间数据库建立数据访问的连接,对此我们采用 JDBC 技术来连接 OracleSpatial 数据库。

4.1.4.3 视频分段处理系统

当航道事故一旦发生,快速、准确的回故事故发生前后的视频信息,成为搜

救分析决策的重要环节，但由于 GPS 系统传输的视频文件是连续性的，对 GPS 采集到的原始数据根据时间段或者内容进行分段切割存贮和访问成为关键因素，这就是本系统所要解决的问题。

一、系统工作流程

视频数据分段处理工作流程如图 4-4 所示。

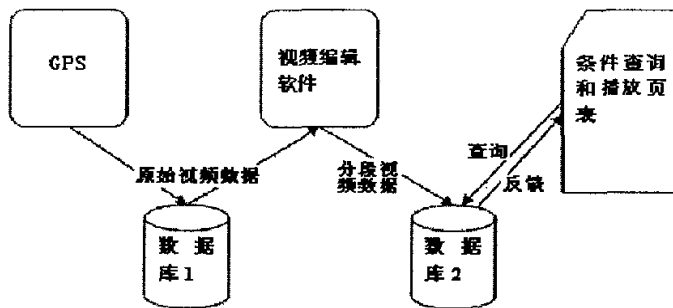


图 4-4 视频分段模块工作流程图

- 数据库 1 接收 GPS 系统传来的原始的视频数据。
- 本系统使用人员使用视频编辑软件对需要的原始视频文件按照实际需求进行分段编辑，并将编辑后的文件存放到一个新数据库（数据库 2）中。
- 查询/显示页面根据数据库 2 中的数据进行检索，并对符合条件的文件进行播放。

二、关键技术

(1) 视频数据的分段算法和存储

当原始视频数据被分段处理后，启动一个新的线程，从缓冲区上取得压缩数据存贮到硬盘上。存储时以每段具体的分割的时间为单位，把一个大文件分割为若干个小文件。当开始接收压缩数据时，数据本身以 MPEG 序列头开始，生成 MPEG12 文件。对于分割存储，每个新文件必须组件一个 MPEG21 序列头，然后才能向文件存储压缩数据流。

在前一个文件存储到给定时刻后，开始查找新文件的序列头。在查看回放时，用户只输入需要查看的时间，播放器进行直接定位，就能准确的回放。

(2) 多媒体信息检索

对于结构化信息,主要针对文本文献的传统的检索方法(基于外部特征和基于文本描述)无法揭示和表达多媒体信息的实质内容和语义关系,既便能利用文字对多媒体信息进行描述,也难以充分揭示和描述信息中有代表性的特征,并带有很大的主观性。为了适应这一需要,我们建议采用基于内容的多媒体信息检索思想。基于内容的检索简单地说就是根据多媒体信息的内容来检索。它包含信息内容和检索两方面内容。信息内容与信息的理解有关,比如图像理解、视频理解等;检索不仅与采用的搜索方法有关,还与匹配的判断准则有关系。通常情况下,基于内容的信息检索首先要对媒体信息进行分割,使其成为单独的检索对象,然后再对每个媒体对象进行特征提取,特征的集合就构成了它的内容描述。接下来,就可以根据要求从多媒体信息库中返回一组与检索要求的内容描述最接近的对象。

与传统的基于关键词的数据库检索相比,基于内容的检索有如下特点:

- 是一种相似度检索。内容检索采用一种近似匹配(或局部匹配)的方法和技术逐步求精来获得查询和检索结果,摒弃了传统的精确匹配技术,避免了因采用传统检索方法所带来的不确定性。
- 直接从内容中提取信息线索。它直接对文本、图像、视频、音频进行分析,从中抽取内容特征,然后利用这些内容特征建立索引并进行检索。
- 满足用户多层次的检索要求。检索系统通常由媒体库、特征库和知识库组成。媒体库包含多媒体数据,如文本、图像、音频、视频等;特征库包含用户输入的特征和预处理自动提取的内容特征;知识库包含领域知识和通用知识,其中的知识表达可以更换,以适应各种不同领域的应用要求。
- 大型数据库(集)的快速检索:它往往拥有数量巨大、种类繁多的多媒体数据库,能够实现对多媒体信息的快速检索。
- 基于内容的图像检索常用关键技术有:颜色特征提取、纹理特征提取、形状特征提取、相关反馈。

4.1.4.4 船舶安全系统

该解决方案以 GPS 系统、GIS 系统、呼叫中心提供的船舶信息为资源,将孤立的对象的经纬度等信息转换为携带内容的服务信息,通过对这些信息的分析和整理,对已经发生和有可能发生的船舶安全事件进行显示、报警日志生成、预警和搜救方案的生成,为航务相关部门作出相关反应提供科学的依据。

一、系统框架

船舶安全系统框架如图 4-5 所示。

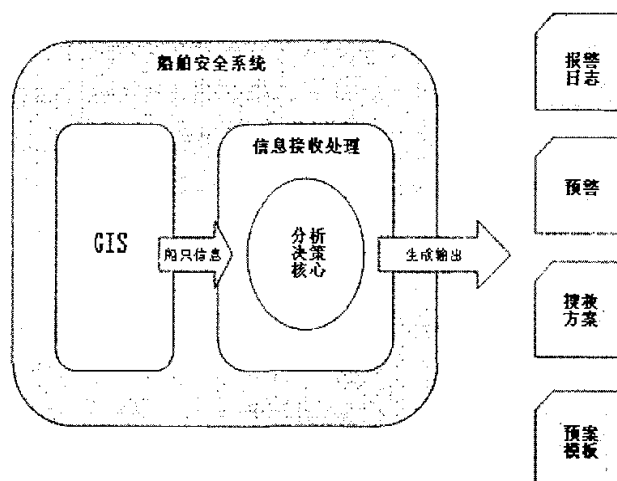


图 4-5 船舶安全系统结构框架图

二、软件功能模块

(1) GIS 信息分析系统

GIS 信息分析系统根据 GPS 系统传送的船只经纬度，实时在地图上显示船只的位置，当对单个目标船只选定的时候，以列表方式显示该船只的详细信息，包括：

- 船只该时刻的经纬度
- 所在航道名称
- 直属管理部门
- 船只编号
- 船只型号
- 船长名字
- 船员人数
- 联系方式

各条信息字段来源于后台 9 大数据库，对信息接收处理模块的安全性分析和航务搜救相关部门领导的决策，提供数据依据。

(2) 信息接收处理系统

船舶搜救信息接收处理管理系统主要负责与搜救有关的信息的搜集和对接受的信息产生一系列结果。其中输入部分包括搜救前的船舶位置信息、船员信息、航道信息和天气信息以及搜救后的结果信息的反馈；输出的功能有：预警、报警日志、搜救方案以及根据搜救结果和其它信息产生的预案模板。

软件逻辑示意图如图 4-6 所示：

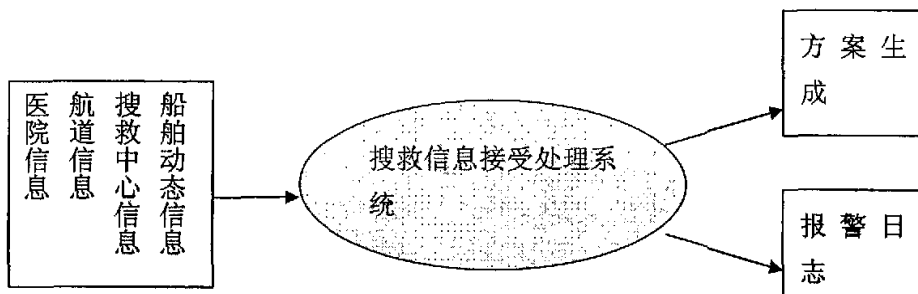


图 4-6 信息收集处理系统逻辑图

<1>信息采集

- 船舶静态信息
- 从业务系统中实时采集营运的航线、航次、船舶信息。
- 船舶动态信息
- 提供多种方式采集船舶运行的动态信息，包括船位，挂港信息，移船信息，装卸货物信息，加油水信息，事故信息，修船信息等。
- 航道信息
- 从航道管理系统中采集航道相关信息。
- 船员资料
- 主要是船员资格审查的相关资料和船员违章记录信息。

<2>信息处理

- 报警功能

主要有三种：

紧急求助报警：出现异常情况，通过无线网络电脑向航运监控中心发送报警信息，同时包括位置信息。

越界报警：当终端超出预定的界限时，终端发出报警信息至航运监控中心，直至报警被处理或该终端重新回到预定的界限内。

终端损毁报警：终端损毁前发出报警

- 方案生成

主要是根据船舶报警信息，结合天气和各地搜救指挥中心的情况，匹配既有预案模板生成搜救方案，内容涉及哪个指挥中心负责统一指挥，采用哪种救助路线，可调用的资源等等。

<3>会船处理

会船事件处理：当一艘船舶进入禁止会船区域时，如果系统检测到有其他船舶将要进入该区域的情况时，系统将自动通知其他相关船舶进行相应的处理，避免会船事件的发生，系统同时自动对以上船只进行跟踪，如果船舶有违规事件发生，监控人员可以通过电话的形式进行警告，系统还将自动对产生会船事件的情况进行记录。

<4>追越处理

追越事件处理：在禁止追越的区域，当前面的船只与后面的船只的距离小于安全距离，同时后面船只的速度高于前面船只时，系统将自动通知后船减速行驶，提示的信息内容可以在系统中自定义。系统同时自动对以上船只进行跟踪，如果船舶有违规事件发生，监控人员可以通过电话的形式进行警告，系统自动对产生追越事件的情况进行记录。

4.1.4.5 监控调度系统

监控调度软件是整个监控系统的核心部分。监控人员经过身份验证后，可开始对船舶进行管理和调度。

系统的功能如下：

(1) **船舶查询功能：**用户登录后，系统自动列出该用户所授权应用的船舶信息列表，用户可指定对某一个船只进行跟踪查询，也可选择船只群组或选择范围从而进行船舶位置信息查询。

(2) **定位跟踪功能：**选择某一艘、几艘、某一分组或全部船只，选择定位跟踪功能，并设定跟踪的间隔时间，系统自动发送该命令，从当前时间起查询之后的一段时间内车辆的行驶位置及状态，并接收相关船只按时回传的定位信息。如果在相应的间隔时间段内没有收到相关船只的回传信息，系统将提示监控人员注意，以便及时进行处理。

(3) 轨迹回放功能：实现查看船舶在过去的指定时间内的历史运行情况。设定轨迹回放的时间段，回放条件，系统根据设定的回放条件寻找符合条件的记录，并在电子地图上进行直观显示。回放的速度可以调节，可以暂停回放，亦可以查看任意时间的船舶定位数据和状态，同时可以对多艘船舶同时进行轨迹回放，以便查看多条船舶在时间上的相互位置关系，便于对各类事件进行分析。

(4) 调度功能：可选择某一船只、群组或某一范围内的船只进行调度处理，输入用户所需要的调度信息即可。

4.1.4.6 船舶信息管理系统

船舶信息管理系统实现了对船舶静态信息，船舶动态信息，船员信息，中心站信息的管理。而且实现了历史数据查询，统计，报表。

(1) 船舶静态信息管理：该模块主要实现对船舶静态信息的管理，可对船只信息进行添加、删除、修改、转换、查看授权信息等处理。

(2) 船舶动态信息管理：该模块实现了对船舶动态信息的管理，对船舶的位置信息等动态信息进行查询。

(3) 船员信息管理系统：该模块实现了对船舶船员的信息的管理，可以对船员的信息进行添加、删除、修改、转换、查看授权信息等处理。

(4) 监控中心所有接收、发送信息记录管理系统：该模块对中心所有接发消息的管理，实现了对监控中心的日志记录查询，保存历史数据。

(5) 数据库信息及历史数据统计，报表：该模块实现了数据统计以及报表功能。

4.2 基于 J2EE 的 WebGIS 在项目中的设计方案

在本项目开发中，根据客户需求和功能、性能上的考虑，我们选用的开发平台是 J2EE。从上一章节的介绍中我们可以看到 WebGIS 在本项目中扮演着重要的角色，下面对本项目中基于 J2EE 的 WebGIS 的架构设计以及实现依据进行研究和介绍。

4.2.1 系统的体系结构

对于四川省交通厅航务局现有的并且还再使用的 GIS 软件，基础数据库即 GIS 的数据源采用的是关系数据库、面向对象的数据库、或者文件系统来存储图

形数据和矢量数据等原始的大量非 XML 的 GIS 数据。这些数据通常以二进制的形式来存储，对于客户端数据的请求也是以二进制数据的形式来返回，所有这些空间数据库系统都是为某一种特定格式的 GIS 数据源及其应用而设计的，如果用户想使用一个 WebGIS 系统浏览一个空间信息系统中的数据时，需要查看其它空间数据库中的数据，同时想把这些数据整合起来，都是非常困难的。正是由于 WebGIS 系统对空间数据库中数据处理技术的不共享性决定了它们彼此无法共享数据和处理过程。这种缺乏互操作的 WebGIS 空间数据管理带来的直接后果就是用户使用数据非常困难，甚至于无法从异构系统中取得相关空间数据，并把它们融合为一个完整的万维网空间数据应用系统。而支持 XML 的数据库系统，不仅仅提供一种在数据库管理系统同 Web 应用间的转换接口，而且使得异构数据的存取变得更加容易，因此在 WebGIS 中引进 XML 将使 WebGIS 成为一个注重数据共享、软件重用、跨平台运行、易于集成的和支持数据分布和计算分布的系统，其优越性和作用是十分巨大的，并且有助于实现地理空间数据的标准化、结构化。地理数据可被 XML 唯一地标识，便于信息参与数字地球的资源共享，提高 WebGIS 服务的互操作性，减少了服务器和客户之间的频繁交互，从而提高 Web 用户的互操作速度。

本项目地理信息系统遵循 WebGIS 的三层服务体系结构即以 GIS 基础数据库，中间层，Web 客户端浏览器为架构基础的解决方案。如图 4-6 所示。

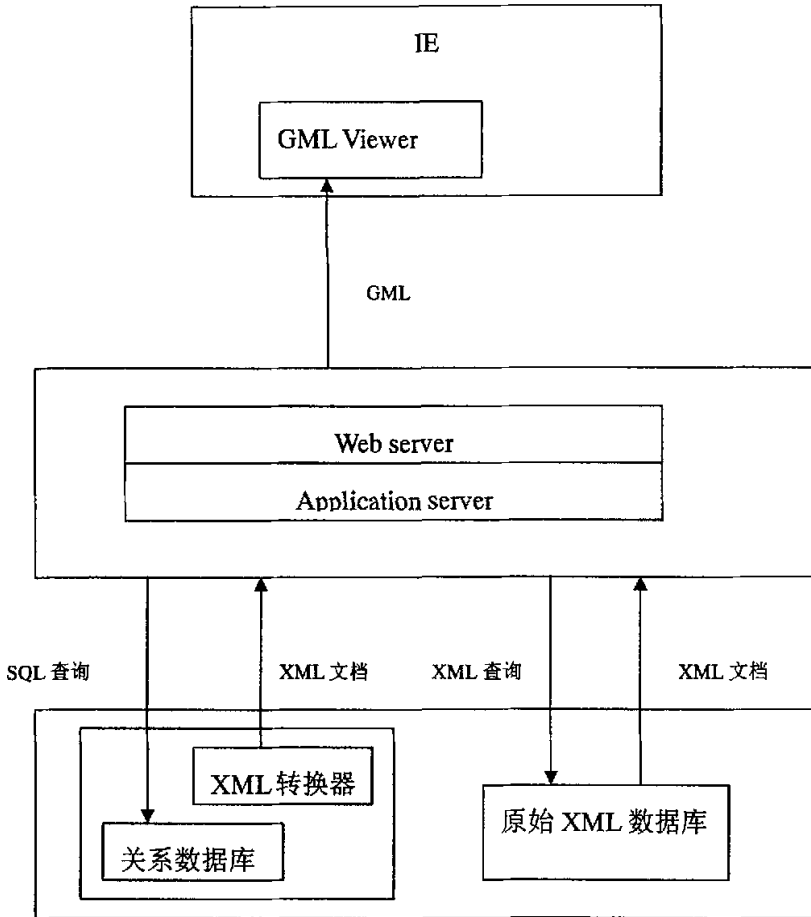


图 4-6 WebGIS 系统总体设计图

而对于用 GML 来描述的空间数据在 WebGIS 的三层体系结构下，关键点就是 GML 数据在 WebGIS 的哪一层来解析，而目前存在两种解析的方式：一种是在服务器端来解析，一种就是将 GML 数据下载到客户端解析。对于前一中方案不但一些 GIS 的功能都要在服务器端实现，而且服务器端还要承担最为关键最为重要的 XML 文档解析，这无疑给服务器端增加了沉重的负担，不但影响系统的效率而且其所能支持的访问数量将受到很大的限制，而对于后一种解析方式的解决方案就是首先利用 Java Applet 开发一个简单的 GIS 应用程序，这个 Java Applet

由两部分组成：GML Parser 和 GIS 功能部件。GML Parser 使得它能够操作 GML 数据，GIS 部件则集成了一些简单但实用的 GIS 功能，并且还提供一些诸如响应实体选取事件的简单的动态编程接口。当用户访问网页时，Applet 通过 HTTP 协议下载到客户端并启动，相应的 GML 文件和约束它的 XML Schema 文件也通过 HTTP 协议传送到客户端，再由 Applet 中的 GML Parser 将 GML 文件和相关的 XML Schema 文件解析为 DOM 树，最后由 GIS 功能部件向用户呈现地图的可视化及其功能。这种方式较之前者无疑会降低服务器端的负担，从而提高效率，但这种方式使开发变的困难，并且违背了 J2EE 规范所倡导的减少开发量、降低复杂度的原则。本系统的开发设计中，笔者及其设计团队结合当前 J2EE 体系结构下开发 WebGIS 的解决方案和 GML 应用到 WebGIS 中的解决方案设计了如下的 WebGIS 模型。如图 4-7 所示 J2EE 体系结构下基于 GML 的 WebGIS 模型。

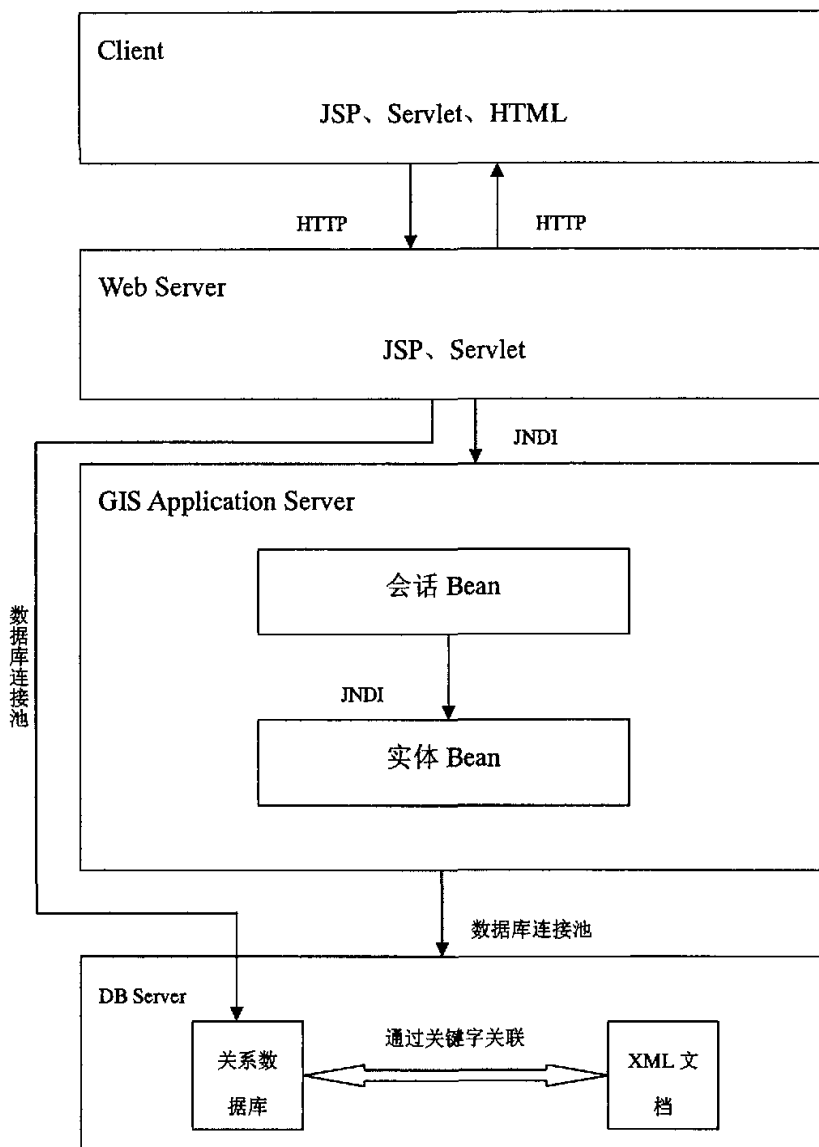


图 4-7 WebGIS 系统详细设计图

图 4-7 展现了 J2EE 平台设计的思想,以组件应用模型的设计为系统提供了一个简单的统一的标准,使得系统的可移植性,扩展性大大提高。下面讨论如何基

于 J2EE 思想完成每个模块的技术方案。

4.2.2 客户端的实现

客户层主要是包含 Java Applet 的浏览器,支持超文本传输协议和数据对象的查询、显示等操作,提供地理信息和属性数据的表示、数据收集和 GIS 功能选择的用户接口界面;同时客户端还应该包括 JSP 文件,如果直接对数据库操作,例如由属性信息查询图形信息或进行定位,则通过命名目录服务即 JNDI 查找会话 Bean、创建和定位 home 接口,调用会话 Bean 远程接口中业务逻辑方法,同时会话 Bean 的远程接口中提供的业务逻辑方法会通 JNDI 查找实体 Bean、创建和定位 home 接口,而实体 Bean 对应着数据库服务器,这样会话 Bean 将结果通过 Web 服务器回传到客户浏览器进行属性数据的显示。本模型中客户端显示地理信息是以图像的格式显示,按照传统的思路,客户端接收到的是图像信息完全可以不采用 Applet 的形式,这里采用 Applet 的是从系统的效率和客户机与服务器的负载平衡角度考虑的,例如矩形选择或拉框缩放等功能,则浏览器显示的矩形是由 Applet 来完成的,客户端只提交矩形的左上和右下顶点坐标信息,而矩形的显示不再在服务器端来完成,这样降低了服务器端的负担,从而保证系统的效率。客户端的主要关键技术就是编写 Applet 的应用程序接口以保证客户以不同的状态信息和方式传送到服务器端,同时客户端还应定义鼠标的样式类型以使客户端界面更加丰富。客户端向服务器提交请求的方式应包括用户从地图进行操作引起的交互和用户从其它地方操作引起地图相关的变化两大类,其中前者又包括三类,包括:

- 1.在地图上进行鼠标操作,引起地图变化,但没有其他属性信息需要显示,
- 2.在地图上进行鼠标操作,引起地图变化,同时也有其他属性信息需要显示,
- 3.在地图上进行鼠标操作,不引起地图变化,但需要显示有关属性信息,而后一大类的操作模式又可分为四类,其中包括:

- (1) 点击超链接引起地图的变化,更换地图到新地图定义文件
- (2) 具有简单的表单(一个到两个文本输入框)点击按钮,根据用户输入的内容引起地图的变化,
- (3) 提交复杂表单,引起地图的变化,没有其他属性信息需要显示
- (4) 提交复杂表单,引起地图的变化,有其他属性信息需要显示

对于如此多的提交方式和操作模式我们完全没有必要为之编写相应的接口函数,这样对于系统的维护和升级将带来很大的困难,我们可以编写一个接口函数

以不同的参数来代表不同的提交方式和鼠标定义类型，这样的接口函数同时可以被 JavaScript 和 VBScript 等客户端脚本语言直接调用为系统的开发带来了极大的方便。

4.2.3 应用服务器和 Web 服务器的功能及实现

Web 服务器层起着客户层与应用程序服务器通信桥梁的作用，其功能就是把浏览器或者应用程序客户端的 GIS 请求传送给应用程序服务器，然后把应用程序服务器完成的 GIS 功能返回的结果传递给客户层。对于这些 Web 服务的配置描述，为了配合 Java 的平台无关性，也需要使用与平台无关的数据描述语言 XML 来描述，即 Web 服务器的配置描述文件 web.xml 文件，它存储在服务器根目录的子目录的 WEB-INF 文件夹下。Web 服务器层由 Servlet、JSP 文件组成。应用程序服务器层是整个系统的核心，它包含应用程序服务器以及在应用程序服务器上面运行的完成商务逻辑的 EJB 组件(其中 EJB 组件又包括会话 bean 和实体 bean)。应用程序服务器的级连，运行于不同 EJB 容器或者不同应用程序服务器内的 EJB 组件的可交互性以及各种服务上下文的可传递性，使得整个商业逻辑实现了分布计算。Web 服务器层从四层体系结构分析它是作为客户层的服务器端，但同时又可以理解为应用程序服务器层的客户端。而从三层的体系结构来分析 Web 服务器也可以和应用程序服务器层看成一层统称为商业逻辑层或中间层。

Web 服务器层和客户层通信是通过 HTTP 协议来完成的，而 Web 服务器是通过 Java Naming 和 JNDI API 和应用程序服务器层通信的。在我们的系统设计中客户层向 Web 服务器层提供了统一的接口向 Web 服务器层提交请求，因此 Web 服务器层也必须提供统一的接口来接收请求。应用程序服务器提供所有的 GIS 服务功能，完成空间应用服务的主要处理逻辑如空间分析，查询等和地图操作相关的漫游和缩放等功能。我们知道应用程序服务器包括会话 Bean 和实体 Bean，会话 Bean 和实体 Bean 也是通过 Java Naming 和 JNDI API 来通信的。其中 GIS 的服务功能在会话 Bean 中完成，其中 GIS 应用服务器中包含多个会话 Bean，每个会话对应一个 GIS 服务功能模块。实体 Bean 建立和数据库服务器的连接，应用服务器中又包含多个实体 Bean，每个实体 Bean 对应数据库服务器中的每个表。实体 Bean 同数据库服务期的连接 EJB 容器中的连接池技术，同时通过 EJB 容器还可得到安全性、状态保持、负载平衡以及 EJB 失败恢复的服务。在完成应用程序服务功能之前，我们必须解决如何把实体 Bean 传递过来的 XML 数据转换为我们自

己服务的、能够方便处理的格式，因此需要一个健壮的机制来解析 XML 文件，绑定到 Java 对象，当传送进来的 XML 数据被转换成 Java 对象后，这个数据就已经被传送到会话 Bean 来解析了。

在 J2EE 的架构中，有两种方式对 XML 数据进行解析并且读入到某个对象模型中，它们是 SAX 方式和 DOM 方式。在使用 DOM 方式时，程序所面对的 XML 数据不是一个文本数据流，而是一棵对象树。程序可以提取或修改对象树里任意一个对象以及它的属性，这些属性可以是与当前对象所对应的元素的子元素的列表，也可以是它所对应的元素所包含的数据内容。在使用 SAX 方式时，可以在解析 XML 数据的同时，当某些触发条件符合时，还可以执行特定的操作。对于一些应用来说，SAX 方法简单而且高效。然而在某些应用背景下，SAX 方式就不能解决问题，如，剪切或拷贝 XML 文档的某个区域、重新调整文档的结构或者从头开始创建一个对象树，然后把它保存为 XML 文件，等等，而反映在 GIS 功能上，比如我们仅显示地图的部分区域或者在地图的部分区域显示后又全屏显示等，对于 GIS 应用服务器端的会话 Bean 对 XML 文档的解析，采用 SAX 方式显然是不能满足要求的，因而对于这类的应用，就需要使用 DOM 方式。因此根据本系统的需求，对于需要进行实时解析的 XML 文档，而反映在 GIS 中具有分级缩放功能的图层采用 DOM 方式来解析 XML 数据，而对于那些始终显示的图层，如背景层采用 SAX 方式来解析。

Web 服务器和应用程序服务器的具体实现流程如下：

- 1.客户端把 GIS 服务请求通过 HTTP 协议传送到 Web 服务器。
- 2.Web 服务器对请求进行分析，确定操作类型;Web 服务器根据操作类型通过 JNDI 通过会话 Bean 的 home 对象定位、创建、EJB 类的实例，通过 EJBObject 调用实例中的方法。
- 3.应用服务器的远程接口(Remote Interface)包含了 EJB 类中实现 GIS 服务功能的方法，再通过实体 Bean 的 home 对象定位、创建、EJB 实例。
- 4.实体 Bean 读取数据库服务层的 XML 数据，传送给会话 Bean，会话 Bean 首先对 XML 数据进行解析，然后将解析后的数据转换为 GIF 图片格式，通过 Web 服务器传送到客户端显示。

在这个系统的流程中我们看到系统将应用服务器进行任务分解，由不同的组件分别完成，成为 WebGIS 的新的构造模型，在基于组件的实现中，GIS 服务器不是一个进程，而是由多个组件组成的分布式的多个进程，各组件间相互调用，一个进程是另外进程的客户的同时又是别的进程的服务。

4.2.4 数据库服务器的实现

数据库服务器层是永久性数据保存的场所。数据库集合了所有关于 XML 数据的永久性信息及相关的属性信息。在将 XML 数据存入数据库之前，首先解决如何将地理数据用 XML 或 GML 来描述及定义相关的 Schema 文件的问题，相关内容已在第三章中进行了详细的论述。其中属性数据也是存放在关系型数据库中，而与之对应的几何实体在 XML 文档中描述，XML 文档不但描述地理几何信息，同时还记录了与属性信息一一对应的关键值 ID。

对于这样一个系统不但遵循了 J2EE 思想所提倡的“减少开发量，提高代码的重用性”的原则，而且使得系统的可移植性、健壮性大大加强，同时可以实现跨平台的应用。系统实现的相关研究在电子科大计算机学院王伟同学的《基于 MapXtreme 的航务定位系统的设计与开发》中有详细的介绍。

第五章 总结与展望

5.1 基于 GML 的 WebGIS 的总结

本文围绕 WebGIS 的体系结构和数据模型的建立,对 WebGIS 的建立进行了系统的研究。文章回顾了 GIS 和计算机技术的发展,并针对目前中间件的发展趋势,着重研究了 GML 在 WebGIS 中的运用,结合四川省交通厅航务局水上救助系统的工程开发,对 GML 在水上搜救系统中的建模和工程应用进行了比较深入的探讨;最后介绍了本项目的架构和功能,并着重介绍了基于 J2EE 平台的 WebGIS 在本项目中的设计和开发架构。通过以上诸项工作,得到以下结论:

1. WebGIS 是适应科学技术发展的趋势,是 GIS 必将实现的一种体系结构的迁移。WebGIS 的使用能满足用户对大量分布式地理信息获取的要求,能免费为用户提供专业的 GIS 功能,能使 GIS 普及到各行各业。因此,对 WebGIS 的研究有着重要和广泛的社会和经济意义;

- 2.在 GIS 领域中,推广一种标准的地理数据格式是解决数据互操作问题的有效途径,本文结合了四川省交通厅航务局水上救助系统的需求,选用 GML 为标准的数据格式,设计了一个应用 Schema 框架。

- 3.采用多层次 B/S 作为 WebGIS 的体系结构,可以建立一种功能强大、可扩展性强、使用范围广、健壮安全的分布式系统。这种分布式系统由于充分考虑了结构中各层次的特点和应该完成的任务,适当平衡了系统的负担,是基于互联网系统开发的最重要的方式。

5.2 展望

WebGIS 的研究还仅仅处于开始阶段,GML 标准也在不断的完善中,通过本文的研究,可以在如下几个方面展开工作:

1. GML 还只是一个草案,远远不够完善,例如不能表达拓扑结构等,对 GML 规范的制定和测试仍将是今后的主要工作。

- 2.标准化地理数据,推广使用 GML,解决异构数据互操作问题,提倡由 GIS 数据生产商完成原有格式数据向 GML 的转化。

3.基于 GML 的地理信息系统的开发也是一个正在探索的过程,本文介绍的航务救助系统中 WebGIS 的开发也是初步的尝试,在二期项目开发中将会更多的对 GML 在航务建模中的研究。

鉴于作者水平和时间的限制,论文之中有许多不足之处,请读者批评指正。

致 谢

本文在导师余堃教授的精心指导下完成。他在我的专业课程学习、研究课题选题、研究方法、论文写作等方面都进行了精心的指导，使本文得以顺利完成。他对我的研究工作的严格要求，促使我对科学研究的精神、方法、内在规律有所领会，这些收获是我今后工作的重要基础。在此，我向余老师表示深深的感谢。

感谢国腾信息安全实验室的所有同学，在项目的设计和开发过程中给予了我极大的支持和配合，这种团结信任的精神让我非常感动。感谢王伟同学，为本项目组顺利地完成项目开发给予了无私的帮助，我们经常一起讨论系统结构设计和实现技术，并提出了许多有建设性的意见和想法。

感谢我的家人和所有一直关心帮助我的朋友们，他们给了我许多支持与鼓励。

感谢所有参考文献的作者们，他们的辛勤工作和成果给了本文工作以极大的帮助和启发。

最后，衷心感谢为评阅本论文而付出辛勤劳动的各位专家和学者。

参考文献

- [1] 张超.地理信息系统实习教程.北京:高等教育出版社.2000
- [2] WebGIS 资料.数字地球网站 <http://www.digitalearth.net.cn>
- [3] 刘南,刘仁义.WebGIS 原理及其应用.北京:科学出版社.2002
- [4] Web Feature Service Implementation Specification (Version1.0.0).<http://www.opengis.org>
- [5] OpenGIS Consortium. Web Map Service Interface(Version 1.3.0).<http://www.opengis.org>
- [6] 何建邦, 闻国年, 吴平生.地理信息共享的原理与方法.北京:科学出版社.2003.
- [7] 闻国年, 张书亮, 龚敏吸等.地理信息系统集成原理与方法.北京:科学出版社. 2003
- [8] 赵军, 吴晓宇.基于 CORBA 的 WebGIS 研究.微型电脑用.2003-2.
- [9] ArcXML — 基于 INTERNET 的空间数据描述语言
<http://www.esrichina-bj.cn/library/chinanews/new IO/arcxml.htm>
- [10] 毛锋, 沈小华, 艾丽双.ArcGIS8 开发与实践.北京:科学出版社.2002
- [11] Open GIS Consortium. OpenGIS. Reference Model (version 0.1.2).<http://www.opengis.org>
- [12] Open GIS Consortium. OpenGIS. Geography Markup Language (GML) Implementation Specification(version 2.1.1) <http://www.opengis.org>
- [13] Open GIS Consortium. OpenGIS. Geography Markup Language (GML) Implementation Specification (version 3.0) <http://www.opengis.org>
- [14] 王家耀.空间信息系统原理.北京:科学出版社, 2001
- [15] (美) Didier Martin 等著, 李岳等译. Java 高级编程.机械工业出版社.2001
- [16] Michael J. Young (著), 前导工作室 (译). XML 学习指南.机械工业出版社.2001
- [17] 陈芳, 徐学军. XML/Java 技术在 WebGIS 中的应用与实现.电力系统及其自动化学报. 2003-2
- [18] 鲍艳, 黄朝华. XML 在 GIS 中的应用.西安科技学院学报, 2002-12
- [19] XML 工作室, 陈锦辉, 王景皓. XML 与 Java 程序设计大全.北京:中国铁道出版社.2002
- [20] (美) Elliott Rusty Harold(著), 刘文红, 赵伟明等译. Java 语言与 XML 处理教程.北京: 电子工业出版社 2003
- [21] (美) Tom Myers, Alexander Nakhimovsky (著), 王辉, 张晓晖等译. Java Jcml 编程指南.
- [21] (美) Tom Myers, Alexander Nakhimovsky (著), 王辉, 张晓晖等译. Java Jcml 编程指南.

- 北京电子工业出版社 2003
- [22] 飞天工作组译。微软 XML 解决方案。机械工业出版社.2001
- [23] Frank P.Coyle (著), 袁勤勇, 莫青等译。XML, Web 服务和数据革命。北京: 清华大学出版社.2003
- [24] ISO/TC200 国内技术归口管理办公室.国际地理信息标准化工作进展概况.<http://nfgis.nsd.gov.cn>
- [25] 龚健雅。ISO/TC211 德国柏林会议情况汇报。<http://www.liesmars.wtism.edu.cn>
- [26] 余旭, 邓跃进, 陈玉敏。对 GML3.0 的探讨。遥感技术与应用。第 18 卷第 3 期, 2003 年 6 月
- [27] 朱渭宁, 黄杏元, 马劲松。XML—WebGIS 发展的解决之道。www.digitalearth.net.cn
- [28] 王兴玲。基于 XML 的地理信息 Web 服务研究。中科院遥感应用研究所博士学位论文.2002
- [29] 罗英伟, 汪小林, 马坚, 许卓群。基于 GML 的 WebGIS 应用研究。计算机工程。第 28 卷第 7 期, 2002 年 7 月。
- [30] Open GIS Consortium. Geography Markup Language (GML) 1.0. <http://www.opengis.org>
- [31] (美) Bill Trippe, Kate Binder(著), 高伟, 英宇(译)。SVG 设计在下一代 Web 站点中使用可缩放矢量图形。机械工业出版社.2003
- [32] 北京科海培训中心。基于 XML 的 SVG 应用指南.北京科海集团公司出品.2001
- [33] W3C. Scalable Vector Graphics (SVG)1.0 Specification. <http://www.w3.org>
- [34] 但正刚, 谢锋波。JSP 网站开发技术。北京: 清华大学出版社.2001
- [35] 飞思科技产品研发中心.Java2 应用开发指南。北京: 电子工业出版社.2002
- [36] 毕硕本, 王桥, 徐秀华。地理信息系统软件工程的原理与方法。北京: 科学出版社.2003
- [37] Karl Moss 著, 袁勤勇, 张玉魁等译, Java Servlet 开发人员指南。北京: 清华大学出版社.2003
- [38] 宋关福。组件式地理信息系统研究。中国科学院遥感应用研究所学位论文。1998.7
<http://www.w3.org>
- [39] 虞盛超。XML 技术在面向数字城市的移动 GIS 系统中的应用研究。北京大学硕士学位论文。
- [40] 蒋景瞳, 刘希梅, 贾云鹏。国际元数据标准的发展和研究现状。<http://www.sdinfo.net.cn/ngcc/sdinfo/ProtectedDoc/mlt.htm>
- [41] George Reese 著, 石永鑫, 宋隆(译)。JDBC 与 Java 数据库编程。北京: 中国电力出版社.2002.
- [42] Eric M. Burke (著), 高伟, 英宇 (译)。Java 与 XSLT。北京: 中国电力出版社。2002

在学期间的研究成果

- [1] 袁荣辉, 蓝天. 对 WSDL 的动态解析和 WEB 服务调用. 电子科技大学研究生学报计算机科学与技术增刊, 2005, 25(26): 34-37
- [2] 余堃, 易涛, 袁荣辉. 四川省交通厅信息化建设平台. 2005
- [3] 余堃, 谭良, 袁荣辉. 基于 XML 的安全网关-XML Engine. 2005

修改提纲

1.第 10 页第 27 行

原文为：图 2-1

修改为：图 2-1 集中模式结构图

2.第 11 页第 31 行

原文为：图 2-2

修改为：图 2-2 客户/服务器模式结构图

3.第 12 页第 31 行

原文为：图 2-3

修改为：图 2-3 浏览器/服务器模式结构图

4.第 13 页第 14 行

原文为：表 2-1

修改为：表 2-1 主要运行环境对照表

5.第 19 页第 14 行

原文为：图 2-6 基于 GIS Java Applet 模式的 WebGIS 体系结构

修改为：图 2-7 基于 GIS Java Applet 模式的 WebGIS 体系结构

6.第 20 页第 4 行

原文为：表 2-2

修改为：表 2-2 实现模式优缺点对比表

7.第 21 月第 1 行

原文为：表 2-3

修改为：表 2-3 综合比较表

8.第 36 页第 20 行

原文为：图 3-2

修改为：图 3-2 总体关系图

9.第 38 页第 32 行

原文为：图 3-3

修改为：图 3-3 geometry.xsd 结构图

10.第 39 页第 32 行

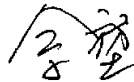
原文为：图 3-4


修改为：图 3-4 feature.xsd 结构图

11.第 42 页第 29 行

原文为：图 3-5

修改为：图 3-5 航道网络设计结构图

指导老师： 

答辩组组长： 

日期：2006.6.14