

三维虚拟 WebGIS 在防震减灾中的应用研究^{*}

史 榕, 许惠平, 陈华根

(同济大学 海洋与地球科学学院, 上海 200092)

摘要: 针对地震数据的特点, 提出 WebGIS 和虚拟现实技术两者相结合, 建立防震减灾系统。首先分析了三维 WebGIS 的两种常用模型, 通过对比其优缺点, 指出建立基于 X3D 的三维 WebGIS 模型更有利于大型地理场景的实现, 扩展性强。然后在此基础上建立了以 WebGIS 和虚拟现实技术为核心的防震减灾系统构架和数据库, 并说明了其基本功能。

关键词: WebGIS 虚拟现实; X3D 防震减灾

中图分类号: P315.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0666(2008)02-0193-04

0 引言

地震作为破坏性极大的自然灾害, 研究预防工作非常复杂, 不仅涉及的时空尺度大、学科门类多, 而且需要历史记载、现代仪器监测、室内实验及各类相关学科的大量数据, 因此如何利用先进的科技手段, 对各种防震减灾信息进行科学的组织和管理, 有效地应对突发地震灾害、快速评估灾情和迅速组织震后抢险救灾, 是城市防震减灾工作中急待解决的问题。近年来, 我国城建、电力、消防等有关部门均建立了自己的 GIS 系统, 但这些 GIS 系统是按不同的应用策略、基于不同 GIS 产品构建的, 是封闭、独立的单机系统, 系统面向的范围小, 数据共享困难, 利用率低下, 易造成大量数据存储冗余和软硬件资源浪费。WebGIS 技术是将目前作为信息发布共享平台的 Web 作为能够承载地理空间信息的平台, 在 Web 上提供对地理空间数据的访问。利用 WebGIS 的分布性, 将分布于各系统的 GIS 服务器通过网络相连接、集成, 可避免将所有相关的 GIS 数据统一收集、全部集中安装在一台或一个部门的服务器上, 从而降低系统负载、提高访问速度、减少成本。

三维 WebGIS 是利用虚拟现实和可视化技术构建网络环境下可动态交互的三维虚拟环境, 并对相应的信息进行存储、管理、分析和显示的计算机系统。它除具有跨平台、分布存储、远程操作、

易于实现信息共享、数据来源丰富和扩展空间巨大等特点外, 比二维 WebGIS 更能生动形象地表现地况地貌, 为地学空间信息的组织、利用和共享提供了一种有机机制。因此三维 WebGIS 可有力地促进地震观测、震害防御、地震应急网络化建设的进程, 从整体上提高城市的综合抗震能力。

1 三维虚拟 WebGIS 模型

三维虚拟 WebGIS 主要是利用虚拟现实和可视化技术构建网络环境下、可动态交互的三维虚拟环境, 对互联网上丰富繁杂的地理信息进行管理、利用, 实现真正的、开放的地理信息共享。通过对空间信息网络化和超媒体技术的集成, WebGIS 提供给用户的信息不仅仅是矢量化的空间信息, 还有遥感影像动态视频、文字说明等多种信息。目前常用的三维 WebGIS 模型有基于 VRML 和基于 X3D 两种。

1.1 基于 VRML 的三维 WebGIS 模型

VRML 即虚拟现实造型语言, 是一种三维网络图形标准, 能够通过文本性的描述创建三维虚拟场景 (ISO/IEC 14772-1, 1997)。基于 VRML 的 WebGIS 利用 VRML 文件存储三维地理信息, 支持 VRML 格式的传输和显示, 使三维 WebGIS 得以实现, 相对二维 WebGIS 系统能够更生动逼真地展现地形的地理特点, 使用户对地形地貌有更加直观的认识。但由于 VRML 标准本身的缺陷, 如属性

^{*} 收稿日期: 2007-07-24.

过多难以表达, 与其它应用集成困难, 稳定性差等问题, 此外由于 GIS系统对异构数据库集成、空间数据的共享和互操作要求较高 (张康聪, 2003), 而 VRML对异构数据库、异构平台的分布式地理信息系统的支持, 对各种地理数据的分布式计算环境以及数据库管理技术的支持有很大局限性, 不利于实现地理空间信息的共享和互操作, 因此 VRML严重阻碍了交互式三维图形技术 Web方式的大规模应用, 也影响高性能交互式三维 GIS系统的开发。

1.2 基于 X3D的三维 WebGIS模型

X3D是新一代三维网络图形标准, 它定义了描述基于 Web的交互式三维实体的格式。利用 X3D灵活的扩展能力可实现与 GeoVRML的扩展和对三维地理数据的编码 (唐中实等, 2003; 宋蔚等, 2005)。

基于 X3D的三维 WebGIS模型如图 1 所示。用户界面层由支持 X3D的浏览器组成, 它为终端用户远程资源访问提供了统一的接口, 主要完成用户提出操作请求和结果显示的任务, 能够显示 X3D格式的三维地理图形; 数据库服务层由各种不同格式的数据库资源组成, 其中三维地理图形以 X3D标准支持的 XML格式存放, 相关的属性信息则存放在相应关系数据库或 HTML, XML文档中; 应用服务层是整个系统中间的一层, 引入的虚拟空间数据库管理系统对不同来源的 GIS数据进行合并、集成, 再统一为 XML格式, 并以此格式传输数据, 相对于基于 VRML的三维 WebGIS能更好地满足 WebGIS对异构数据库集成、空间数据的共享及互操作的要求。

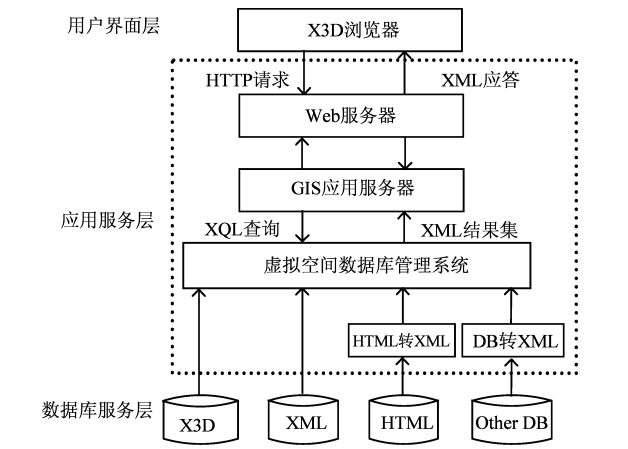


图 1 基于 X3D的三维 WebGIS模型

本文中的防震减灾系统是采用基于 X3D标准的三维 WebGIS系统, 运用此标准能够解决 VRML应用中出现的问题, 有利于大场景地理环境的实现, 可移植性好, 扩展性强, 同时易于实现数据的分布式处理。

2 防震减灾系统总体结构与功能实现

2.1 系统的总体构架

在城市地震灾害防御中, 三维虚拟 WebGIS是有效表达、处理和分析地理数据的技术, 它为我们提供一种快速展示地理信息和分布处理的平台。运用 GIS具有的数据采集和提取、属性设计与编辑、数据集成、数据的重构与转换、查询与检索、空间操作与分析、空间现实与成果输出、数据更新等功能, 可以把所需的地震数据、用于地震灾害评价的空间分析模型、评价结果用图层的形式显示或者以报表、表格的形式输出, 提供地震灾害管理和决策的依据。

J2EE是美国 SUN公司推出的建立大型企业级应用的体系标准, 目前已获得广泛应用。鉴于 Java语言具有稳定、安全、跨平台等诸多优点, 笔者认为建立基于 J2EE体系的防震减灾系统 (图 2) 是可行的。系统采用标准的三层架构, 从上至下依次为数据表示层、应用逻辑层、数据服务层。

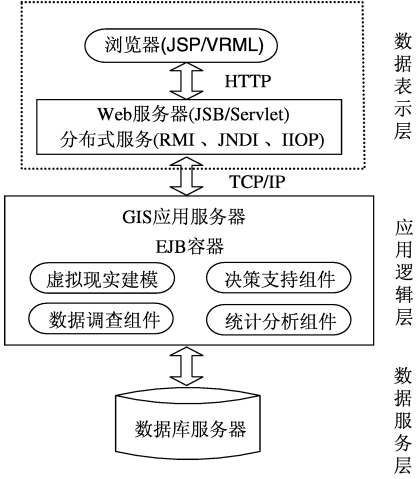


图 2 基于 J2EE体系的防震减灾系统架构

数据表示层包括客户浏览器端和 Web服务器端, 为不同类型的登陆用户提供调用不同接口的统一界面。应用逻辑层由一个或多个 GIS应用服务器组成, 负责完成所有业务的分配、处理工作和

来自数据表示层中的所有访问请求的响应。应用逻辑层由封装了不同业务功能的 EJB 组件构成, 主要包括数据查询组件、统计分析组件、决策支持组件和虚拟现实建模。虚拟现实建模通过数据查询组件获得 DEM 纹理图片以及其它多媒体数据, 再用 X3D 进行组织、建模, 最后生成 XML 格式的文档, 供 Web 服务器调用。数据服务层负责地震数据的管理, 为应用逻辑层提供请求的数据或存储要保存的数据资料。空间数据引擎由美国 Oracle 公司提供的 Oracle Spatial 实现, 并结合 Java 的统一数据访问接口 JDBC API 实现属性数据的查询和更新操作。系统采用 Java 远程调用方法 (RMI)、Java 命名和目录服务接口 (JNDI) 实现远程接口调用, 以便访问位于不同 GIS 应用服务器上的 EJB 功能组件。考虑到兼容旧系统的需要, 新系统采用 CORBA 组件技术, 通过 IIOP 协议访问已有的程序和数据库资源。

2.2 空间数据库的建立

三维 WebGIS 以空间数据为基础, 空间数据具有多源性、多语义性、多时空性、多尺度和数据手段获取的复杂性等特点。数据库由各种不同格式的数据库资源组成, 如 X3D、XML, 甚至是 HTML 格式的 WWW 网页, 以及 Oracle、SQL Server、DB2、Sybase 等其它一些数据库。在设计防震减灾系统时, 引入 GML (Geography Markup Language) 这一结构化信息交换的表示方法来描述数据, 以实现异构数据间的互访。GML 是一种全新的使用 XML 编码地理空间信息的强有力方法, 采用简单、灵活的标准化格式来表达和在系统间交换数据 (宋扬等, 2004)。GML 继承 XML 文档特性, 封装地理信息及其属性, 不受平台、语言等的限制, 既为 GIS 的开发定义了规范标准, 也为三维 WebGIS 数据模型的设计提供了基础, 更为三维 WebGIS 的数据共享和互操作性提供现实可行的途径。

2.3 系统的功能

三维虚拟防震减灾系统是一个分布式、空间型的防震减灾信息和辅助决策支持系统, 该系统以 GIS 技术为支撑, 结合虚拟仿真技术, 以防震减灾工作中的各类地理信息为依托, 集数据的管理、查询、分布、表达为一体, 实现信息查询、灾害预测和应急响应等功能。

(1) 数据查询与维护: 包括人口数据管理、经济数据管理、建筑物 (单体建筑物、群体建筑

物) 管理和生命线系统 (供水、电力、输气、输油、道路、通讯等系统) 管理模块。这些模块为远程 Web 数据管理及动态更新提供基础工具, 各模块均具有数据查询、更新、保存等功能。

(2) 地震背景信息: 包括地震构造背景, 地震动参数分区, 地震活动性分析等模块。各模块可进行各种地震地质构造背景三维立体显示和信息查询。例如, 地震地质构造背景由区域地层分布、断裂构造分布以及历史破坏性地震分布等多部分组成; 地震动参数分区给出区域范围内的第 4 代地震动区划图中峰值加速度以及场地特征周期的分布图; 地震活动性分析模块给出了区域范围内历史和现今破坏性地震以及近代记录地震的分布特征。三维立体界面为用户提供一目了然的地震地质构造信息及地震分布信息, 为分析研究区域地震构造背景及地震活动性提供充分的资料。

(3) 震害预测模块: 包括建筑物、特殊设备和生命线系统等震害, 每个子模块都包含多个相应的信息图层, 其信息量极为丰富。服务器根据地震危险性分析和目标物 (建筑物、生命线系统等) 易损性分析结果, 以及地震台网观测或设定地震给出的震级、震中位置等参数, 使用 GIS 的图层叠加、分析功能, 进行灾害的预测计算, 快速分析出震害损失大小, 并进行震害预测图库的更新、转换和各种图件的组织、发布等工作。客户端的各级用户可以查询震害预测的结果, 并可进行多种功能的数据综合分析。

(4) 应急响应信息管理: 包括医疗单位、安置场所、次生灾害源、公安派出所、各消防中队及其责任分区、重点保护单位等, 并提供震后应急响应工作相关信息的快速查询。例如, 可查询安置场所的地点分布及场所规模、震害等属性, 以便选择或调整震后受灾人员的疏散方案; 可以了解各生命线系统抢修分区、消防责任分区安排; 还可以通过 WebGIS 分析获取两点间的最佳路径, 以便及时赶至救灾地点, 获得最佳救灾效果。

3 结语

由于防震减灾研究涉及的时空尺度大、数据内容广, 以及地震信息本身具有的区域性、层次性和综合性等分布式特征, 因而客观上要求实现信息共享和协同工作。使用三维虚拟 WebGIS 构建

网络环境下可动态交互的虚拟三维环境, 对互联网上丰富繁杂的地理信息进行管理、利用, 实现真正的、开放的地理信息共享, 为地学空间信息的组织、利用和共享提供一种有效机制。因此, 此系统可降低地学数据获取成本, 提高数据的利用率和时效性, 形象生动地表现地学概貌, 为防震减灾工作中各类数据的管理和应用提供良好平台, 具有一定的实用意义和发展前景。

参考文献:
张康聪. 2003 地理信息系统导论 [M]. 北京: 科学出版社.
唐中实, 王越国, 黄俊峰, 等. 2003. 基于 X3D的网络三维 GIS研究 [J]. 测绘通报 (9): 30—32.
宋蔚, 李华. 2005. 基于 X3D的三维 WebGIS研究 [J]. 计算机工程与设计, 26 (11): 2920—2921.
宋扬, 胡金星. 2004. 基于 GML/XML的多源异构空间数据互操作引擎研究 [J]. 计算机工程与应用 (3): 114—116.
ISO/IEC 14772—1. 1997. The virtual reality modeling language (VRML) [S].

Application of 3D Virtual WebGIS in Earthquake Disaster Prevention and Mitigation

SHIRong, XU HuiPing, Chen Hua.gen
(School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract

Based on the characteristics of seismic data, WebGIS and virtual reality technology is combined to establish Earthquake Disaster Prevention and Mitigation System. Compared the advantages with the disadvantages of three-dimensional WebGIS models, the three-dimensional WebGIS model based on X3D has more conducive to large geographic scene and the realization of strong expansion. On the basis of these, we established the framework and basic database of the system at the core of WebGIS and virtual reality technology, and explained the kinds of functions of the system.

Key words: WebGIS, virtual reality, X3D, Earthquake disaster prevention and mitigation



毛先进 云南省地震局正研级高级工程师。1997年毕业于中南工业大学地质系应用地球物理专业,获博士学位。主要从事工程地球物理勘探及地震电磁学研究。



Kamal AbdelRahman El-Sayed 埃及国家天文和地球物理研究所地震学室副研究员。分别于1999、1994、1990年毕业于 Zagazig 大学,并获工程地震学博士学位、地质学硕士学位和地球物理学学士学位。现主要从事场地效应评估、地震灾害评估和强震动数据的工程应用研究。



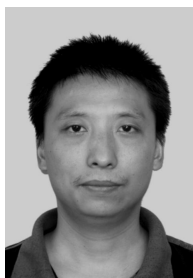
李志祥 云南省地震局地震工程研究院高级工程师。1991年毕业于北京大学地震地质专业。现主要从事建筑工程检测及水库地震监测台网建设工程设计工作,承担“复杂构造区水库地震监测预警研究”运用方面的子课题研究工作。



王 琼 新疆维吾尔自治区地震局副局长研究员。1997年毕业于新疆师范大学地理专业,获学士学位;2000年毕业于中国地震局兰州地震研究所固体地球物理专业,获硕士学位。主要从事地震预报和应力触发等方面的研究。



张卫东 广州航海高等专科学校交通建筑工程系副教授,一级注册结构工程师。2001年毕业于哈尔滨工业大学结构工程专业,获硕士学位。主要从事土-结构相互作用,工程结构抗震、隔震,差异沉降对上部结构的影响及防控等方面的研究及土木工程的教学工作。



皇 民 河南工程学院讲师。1996年毕业于西安矿业学院建筑工程系,获学士学位;现为西南交通大学土木学院博士研究生。研究方向为地下结构动力分析及抗减震研究。



王曰风 河北省地震局张家口中心台工程师。1999年毕业于石家庄经济学院(原河北地质学院)水文地质与工程地质专业,获学士学位;现为中国科学技术大学固体地球物理专业在读硕士研究生。主要从事地震观测与地震分析预报工作。



史 榕 2005年毕业于吉林大学地球探测科学与技术学院,获硕士学位;现为同济大学海洋与地球科学学院固体地球物理专业在读博士研究生。主要从事 GPS与遥感图像处理方面的工作。