

基于 WebGIS 的 Argo 数据共享服务系统

王 帅, 徐从富, 陈雅芳

(浙江大学 人工智能研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 为了应对快速增长的 Argo 浮标数据, 方便海洋科研人员利用 Argo 数据进行科学研究, 使用 WebGIS 技术设计了 Argo 数据共享服务系统架构, 并根据科研用户需求实现了系统, 结果表明: 系统可以满足用户需求, 具有较高的使用价值。

关键词: WebGIS; Argo 浮标; GeoServer; 开源软件

中图分类号: TP715.2, TP39

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2011)03-0032-05

1998 年, 美国和日本等国家的大气、海洋科学家提出了全球海洋环境观测项目——Argo 计划, 该计划的主要任务是采集全球海洋上层的海水温度、盐度剖面资料, 以提高气候预报的精度, 有效预防全球日益严重的气候灾害给人类造成的危害^[1]。截至 2009 年 2 月, 全球海洋上 Argo 浮标数量达到 3 325 个, 它们共同构成了一个庞大的全球实时海洋监测网。这些浮标每年提供多达 10 万个海水温度和盐度剖面资料(0~2 000 m)^[2]。

面对快速增长的 Argo 数据, 为方便 Argo 资料用户, 需要提供一个高效、直观的 Argo 数据检索和共享服务系统, 实现高效的信息检索和信息共享, 更加方便 Argo 研究人员研究剖面数据, 从而为进一步深入的科学研究提供良好的信息支持。本文设计并实现了基于 WebGIS 的 Argo 数据共享服务系统。

1 系统总体设计

1.1 软件架构

早期的 Argo 数据共享国内外主要采用数据光盘的形式^[3-4], 该方法可以实现简单的数据共享和检索, 但光盘容量有限、易损坏和分发成本高。基于网络的软件架构可以弥补光盘管理方法的不足之处, 国内^[5-6] Argo 资料中心大都采用 C/S(Client/Server)体系结构, 该方法通过客户端软件和服务器之间的交互实现系统功能, 但用户需要下载并安装客户端软件; 国外 Argo 资料中心大都采用 B/S(Browser/Server)体系结构, 但是查询功能并不完善, 没有充分利用 Argo 数据的地理信息的特性。

根据 Argo 原始数据的具体情况, 在对 WebGIS 相应的服务器和客户端软件进行调研后^[7-9], 对基于

WebGIS 的 Argo 数据共享服务系统进行分析和设计, 本系统采用主流的 B/S 体系结构, 采用混合数据模型将 Argo 数据的地理信息属性分离出来进行空间分析, 引入缓存技术和 Ajax 技术来缩短访问延时和改善用户体验。与以往的 Argo 数据共享服务系统相比, 该系统具有较高的稳定性、灵活的可扩展性和较好的用户体验。本系统框架总体上分为五层, 即显示层、服务器层、GIS 数据缓存层、混合数据库层和原始数据层, 如图 1 所示。

系统总体框架中各层及其功能如下:

(1)显示层: 主要由 Web 浏览器组成, 是用户和系统交互的接口, 用来进行地图的显示和 Argo 数据的在线查询、分析, 可以使用对 JavaScript 脚本渲染较快的浏览器, 如 Google Chrome。

(2)服务器层: 由 Web 服务器和 WebGIS 服务组成, Web 服务器负责非 GIS 数据的业务请求和处理工作, WebGIS 服务器负责 GIS 数据的查询、空间分析。GeoServer 是整个 WebGIS 服务的核心部分, 服务器在接受用户请求后, 通过数据库接口访问数据库, 根据 WMS(Web Map Service)或 WFS(Web Feature Service)协议将返回的数据通过 OpenLayers 以栅格或者矢量的形式向浏览器进行渲染输出。所有服务均采用 J2EE 模式开发, 并部署在 Tomcat 或者 JBoss 等 J2EE 容器中。

收稿日期: 2009-10-14; 修回日期: 2011-01-11

基金项目: 国家 863 专题课题(2007AA01Z197); 国家自然科学基金(60970081); “十一五”国防预研项目

作者简介: 王帅(1983-), 男, 河南泌阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为数据挖掘、信息融合、GIS, 电话: 15858235055, E-mail: shuai.wang.zju@gmail.com

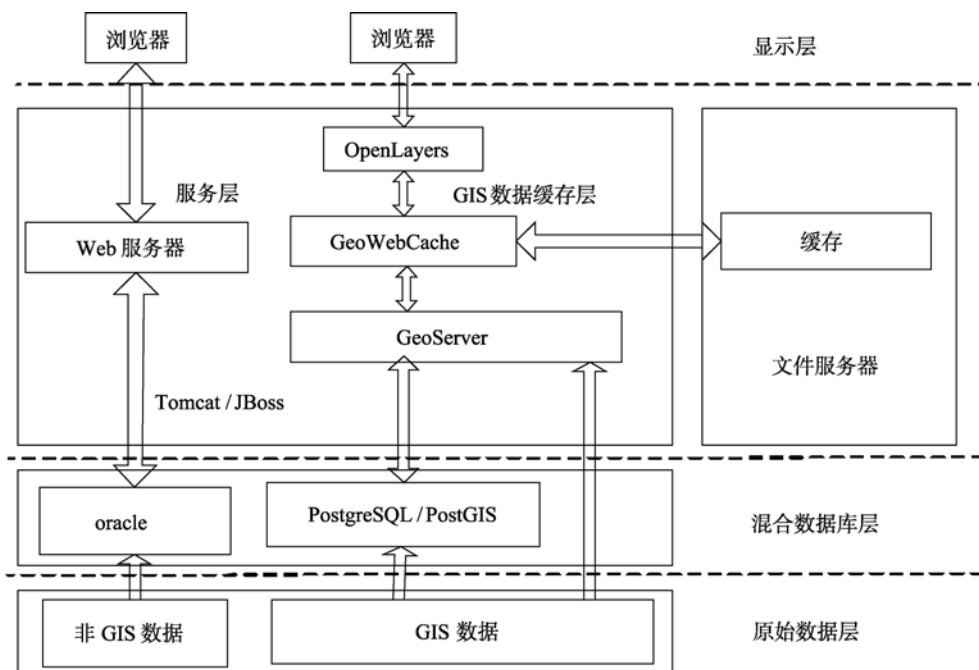


图 1 系统总体架构图
Fig. 1 System framework

(3)GIS 数据缓存层: 由部署在 J2EE 容器中的 GeoWebCache 模块和文件服务器共同组成。GeoWebCache 是一个采用 Java servlet 实现缓存 WMS Title 的开源项目。目的是为了减轻 GeoServer 服务器的工作负荷, 实现更好的用户体验。当客户端请求一张新地图时, GeoWebCache 会拦截这些调用, 返回经过缓存切片处理的地图文件, 提高地图显示速度。

(4)混合数据库层: 由商业数据库 Oracle 和开源数据库 PostgreSQL/PostGIS 组成, 用来实现 Argo 数据中的非地理数据和地理数据的分离检索。Oracle 是成熟的商业数据库软件, 用来存储海量的非地理属性数据, 可以提供高效的数据库支持。PostgreSQL/PostGIS 是目前世界上最先进的开源数据库, 其中内嵌的空间数据库模块 PostGIS, 对 Argo 空间数据结构有着完善的支持及具有强大的空间分析能力。

(5)原始数据层: 包括位于国家海洋局第二海洋研究所的“中国 Argo 实时资料中心”提供的 ASCII 码 Argo 数据格式, 以及和 Argo 数据相关地理空间文件, 如国界图、海岸线图等等。这些原始数据为混合数据库层和 GeoServer 提供数据源。

1.2 系统功能组成

Argo 数据共享服务系统的功能主要包含普通用户对于浮标信息的查询、导出、GIS 操作, 以及系统

管理员进行的数据维护和更新。其系统功能示意图如图 2 所示。

(1)数据导入: 该功能块包括元数据、剖面数据的单个文件导入和批量导入。

(2)数据更新: 该功能块包括单个剖面数据更新和批量剖面数据更新。

(3)参数设置: 该功能模块主要提供系统的基本参数设置, 参数设置模块主要是为了系统的可扩展性和可维护性。

(4)数据查询: 该功能块包括浮标基本信息、剖面信息和 GIS 地理信息的查询这三种查询模式。三种查询功能是整个系统的核心模块, 具有共同的查询过滤条件。

(5)数据导出: 该功能块包括少量数据直接导出和批量数据导出, 用于用户在获得查询结果后导出结果数据, 结果数据格式和 Argo 浮标数据格式相同。

(6)使用帮助: 该功能是为初次使用本文系统的用户提供一个快速了解系统功能的渠道, 还可帮助用户了解 Argo 元数据和剖面数据的存储格式。

2 关键技术

2.1 混合数据模型

针对海量 Argo 数据的基本信息、剖面信息和 GIS 地理信息查询功能, 在数据库设计时主要考虑

如何高效地实现查询。数据模型采用地理数据和非地理数据分离的模式,充分利用 Oracle 的海量数据检索能力和 PostgreSQL/PostGIS 的空间分析能力。

在设计数据库的过程中,对从 Argo 文件中提取

的数据进行拆分处理,如图 3 所示,在 Oracle 数据库中建立元数据、浮标剖面基本信息、部署信息、浮标详细观测数据 4 张表,在 PostGIS 数据库中建立元数据地理信息、浮标剖面地理信息 2 张表。

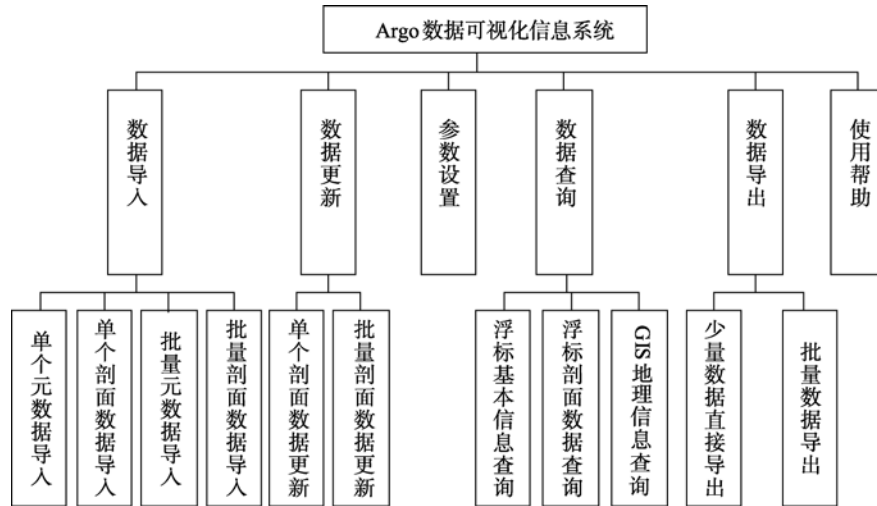


图 2 系统功能组成图

Fig. 2 Function and organization of the system

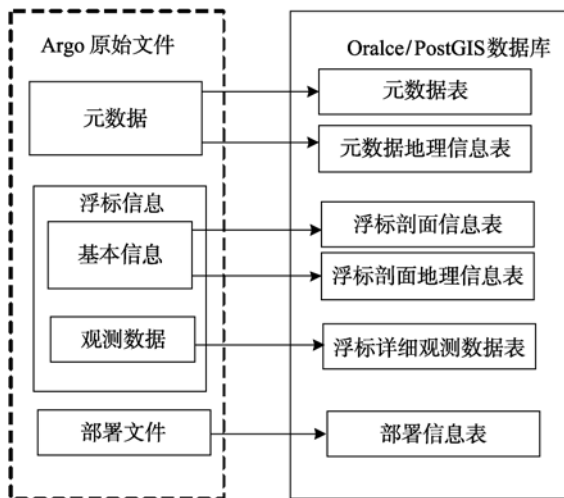


图 3 Argo 原始文件和混合数据库表对应图

Fig. 3 Map between Argo primitive files and mixed database tables

由于 Argo 数据量比较大,在利用 Oracle 数据库进行数据检索的过程中,需要优化数据库以提升性能,主要通过建立索引的方式提升查询效率,在经常查询但不频繁更新的列上建立索引。

在对浮标数据进行解析的过程中,充分发挥 PostGIS 的空间分析能力,将地理数据存储为 PostGIS 集合实体类型,如 POINT, LINE 等,利用

PostGIS 提供空间操作和分析函数进行 GIS 检索。

2.2 GIS 数据缓存

在 WebGIS 系统中,空间地理数据的分析、计算和渲染过程消耗大量的 CPU 资源,成为系统性能瓶颈,瓶颈所引发的较长系统响应时间会造成不好的用户体验。本文系统中,主要采用 GIS 数据缓存的方法来消除系统瓶颈。处理过程为:当用户向 GIS 服务器发送请求时,缓存服务 GeoWebCache 拦截请求,如果该请求没有处理过,则对地图图片进行切片处理并保存到文件缓存服务器,同时返回处理结果;如果该请求曾经处理过,则直接从地图文件缓存服务器返回地图切片图片,而不需要再次重新计算,处理流程如图 4 所示。这种工作方式可以提高地图的显示速度,缓解 GeoServer 服务器的工作负荷,实现较为平滑的用户体验。

2.3 Ajax 技术

WebGIS 具有实时交互、频繁与服务器通讯并以 GML 或图片传输数据的特征。对于传统的 Web 操作,每次客户端请求完成后都要刷新客户端浏览器。这种处理方法给 GIS 操作带来了很大不便,比如用户在同一个网页中先后进行 GIS 查询和其他非 GIS 查询操作,在传统的网络应用模式下将返回新的

HTML 页面, 这样将不能在网页中保留先前 GIS 查询结果, 用户需要重新输入组合查询条件进行查询, 从而造成很不友好的用户体验。本系统通过 Ajax 技术来实现用户平滑的 GIS 操作, Ajax 模型与传统网络应用模型的不同之处在于服务应答的异步性。这意味着客户端和服务端不必相互等待, 而是可以进行并发操作。

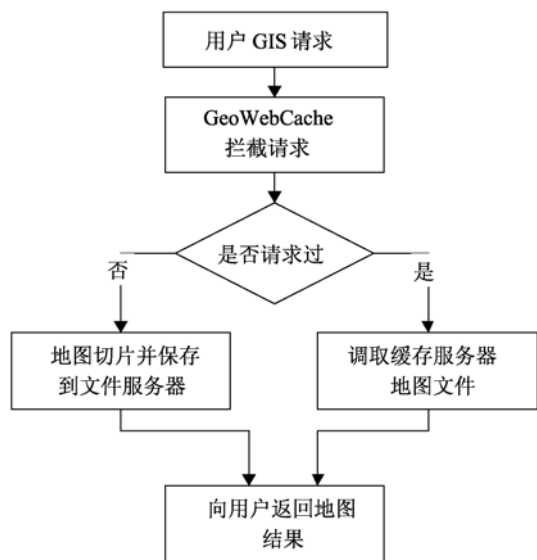


图 4 GIS 数据缓存处理流程图

Fig. 4 Process flow diagram of GIS data cache

OpenLayers 是一个开源的 JavaScript 框架, 用于在浏览器中实现地图浏览的效果和基本的放大、平移等功能。在 Ajax 应用方面, OpenLayers 的 Ajax 类对创建 XMLHttpRequest 对象的过程进行了很好的封装, 可以使用该类进行相关 Ajax 操作。具体请求模式如图 5 所示, 客户端向服务器发出数据请求, OpenLayers Ajax 引擎以异步调用的方式将此次请求以参数的形式发送给地理信息服务 GeoServer, GeoServer 在对空间数据库 PostGIS 进行检索后, 将返回数据以 GML 或者图片的格式返回给 OpenLayers Ajax 引擎, 并由其进行结果渲染。

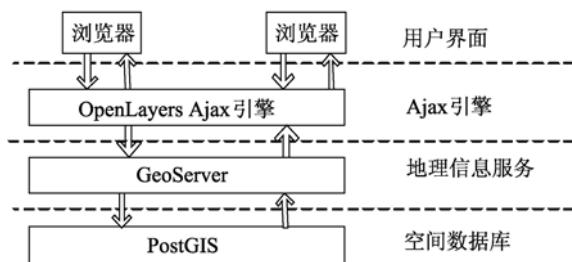


图 5 WebGIS 中 Ajax 请求模式图

Fig. 5 Ajax request mode in WebGIS

3 系统实现

基于本文所提出的系统设计和关键技术方案, 选用 Windows 2003 Server 网络服务操作系统、Oracle 10g 和 PostgreSQL/PostGIS 数据库管理系统为系统基本平台, 以 JAVA 作为开发语言, 采用基于 MVC 模式的 Struts 作为 J2EE 架构来进行系统的开发。图 6 是 Argo 基本信息查询界面, 用户可以根据系统提供的组合过滤条件查询自己科研需要的 Argo 数据。在查询后得到 Argo 浮标基本信息列表, 单击图 6 基本信息列表中对应的浮标号, 可以得到对应浮标在具体时间的剖面数据, 如图 7 所示。单击图 6 列表中浮标条目对应的详细操作链接, 可以得到对应浮标的基本信息, 如图 8, 包括元数据的详细信息以及浮标对应的基本观测信息。图 9 是 Argo 浮标 GIS 查询操作界面, 查询结果以地图的形式在浏览器中显示, 在地图中点击选中相应结果浮标可以查看该浮标的基本信息。



图 6 Argo 基本信息查询界面

Fig. 6 Argo basic information query



图 7 Argo 剖面信息查询结果图

Fig. 7 Argo profile information query

元数据详细数据	
浮标的物理编号	2900310
浮标使用传输系统	ARGOS
浮标使用的定位系统	ARGOS
浮标所属国家	NOT AVAILABLE
浮标所属的机构名称	CSIRO, ARGO PROJECT
浮标的投放日期	2003-09-04
浮标的投放地点	127.530
浮标使用的平台	S/V S. Agawamhampt4
浮标传感器的制造商	SEA, SON, SON
传感器的序列号	0307, 0307, 0307
传感器的精度	NOT AVAILABLE
浮标循环重复次数	1
浮标在存储深度的漂移时间	0
浮标上升到海面的时间	0
浮标停留的深度	1500
元数据	
观测数据的编号	7
浮标的仪器类型	FRMOR_SON_SON
数据格式	1

图 8 Argo 浮标详细信息图
Fig. 8 Argo detail information

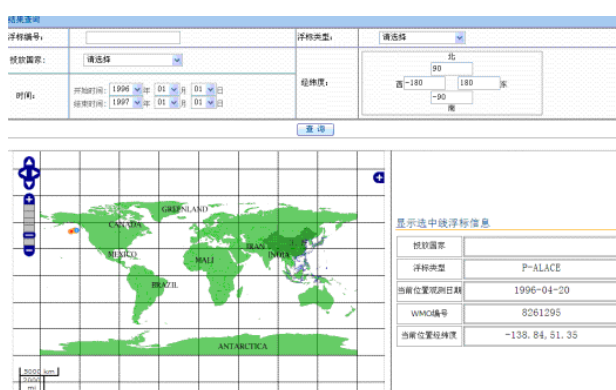


图 9 Argo 地理信息查询界面
Fig. 9 Argo GIS query

4 结论

本文提出了基于 WebGIS 的 Argo 数据共享服务系统架构, 利用当前 WebGIS 前沿技术和成熟的

J2EE 系统开发模式, 实现了 Argo 浮标数据查询、导入、更新、数据提取和 GIS 操作等功能。本研究的实例系统已在国家海洋局第二海洋研究所的中国 Argo 实时资料中心试运行, 试运行结果表明系统可满足 Argo 资料用户的使用需求, 为广大 Argo 数据研究者提供了一种更方便快捷的技术手段。

参考文献:

- [1] 许建平. 阿尔戈全球海洋观测大探秘[M]. 北京: 海洋出版社, 2002: 5-10.
- [2] 孙朝辉, 刘增宏, 滕骏华, 等. Argo 数据的网络可视化集成平台开发及其应用[J]. 海洋技术, 2006, 25(3): 135-139.
- [3] 美国 Argo 数据中心. Argo 数据浮标资料存档[DB/OL]. (2004-03-23)[2011-01-08]. ftp://usgodae1.fnmoc.navy.mil/pub/outgoing/argo/.
- [4] 宁鹏飞. 基于数据库技术的 Argo 光盘数据集构建与应用[D]. 杭州: 国家海洋局第二海洋研究所, 2008.
- [5] 滕骏华. Development of online Argo data service platform based on GIS[R]. 杭州: 国家海洋局第二海洋研究所, 2006.
- [6] 刘仁义, 刘南, 尹金峰, 等. 全球海洋环境观测数据 (Argo) 及 ArgoGIS 系统[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(4): 93-98.
- [7] 卢海滨, 郑文峰, 银正彤, 等. 羌塘国家自然保护区环境 GIS 系统[J]. 物探化探计算技术, 2009, 31(1): 64-68.
- [8] 李赞鹏. 地理信息服务的研究与实现[D]. 广州: 中山大学, 2007.
- [9] 吴运超, 王汶, 牛铮, 等. Ajax 在 WebGIS 中的应用[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(2): 43-46.

WebGIS based argo data-sharing service system

WANG Shuai, XU Cong-fu, CHEN Ya-fang

(Institute of Artificial Intelligence, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Received: Oct., 14, 2009

Key words: WebGIS; Argo float; GeoServer; open source software

Abstract: To facilitate marine scientific researchers to make full use of the rapidly growing Argo float data, an Argo data-sharing service system based on WebGIS was designed, and the system was implemented according to user requirements. The results show that the system can satisfy Argo user's requirements, and has high practical value.

(本文编辑: 刘珊珊)