网格环境下分布式实时协同标绘系统

张建兵[1],任应超[2],许允波[2],赵彦庆[2]

(1. 中国石油大学(北京)信息学院计算机系,北京 102249; 2. 中国科学院遥感应用研究所遥感科学国家重点实验室,北京 100101)

摘要: 传统标绘系统都是单用户工作模式,不能满足现代社会中群体用户在分布式环境下协同标绘的要求。本文将网格技术引入分布式实时协同标绘研究中,设计了基于网格的分布式实时协同标绘系统的框架,介绍了其系统框架,以及协同管理、协同消息、网格调度器等技术。将网格和 GIS 技术的结合,实现了分布式实时协同符号标绘系统原型,满足群体用户的地理信息共同协调与合作标绘的要求。实验表明,以网格技术构建分布式实时协同绘系统,能实现广域网下的快速协同,使其响应速度快,稳定性好。

关键词: 网格;协同标绘;地理信息系统

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00187

1 引言

随着地理信息系统技术的日益发展,应用领域不断扩大,越来越多的人和单位参与到共同设计和实施的 GIS 项目。目前的 GIS 软件还不能满足多人实时参与的需求。传统标绘系统都是单用户标绘模式[1],不能满足多用户同时进行标绘的要求[2]。随着计算机技术、网络技术和分布式技术的发展,计算机应用从单用户工作模式向多用户协同工作的方向发展[3]。计算机支持的协同工作(CSCW)是 20 世纪 80 年代中期发展起来的一个新的研究领域,它的出现适应了信息社会中人们工作方式中的群体性、交互性、分布性和协作性的特点[4-5],使不同地点的管理人员、设计人员以及用户能够同步参与进来,共同完成任务,提高工作效率[6]。

协同设计系统一般分为两类[7]:即 Web 的协同设计系统和 Agent 的协同设计系统,这两种模式各有优缺点。Web 的协同设计系统充分利用 Web 优势,客户端零安装,访问简单,但是对于复杂任务支持较弱,实时交互性,以及安全性存在问题。Agent 的协同设计系统,可以实现复杂的协作方式和更强的功能,但是软件功能需要被 Agent 封装,另外,有客户端的安装要求,软件设计和实现的难度较大。通过网格提供的基础设施可以方便实现信息资源的共享,提供安全机制,支持处理与大规模协作过程中的数据共享,有效实现异质和地理上分散的环境的通讯[11]。基于网格基础设施的支撑,不仅可以实现复杂的实时协作功能,提供安全保证,同时开发、设计的难度也会降低。

本文将网格技术引入分布式实时协同标绘研究中,利用一个支持网格开发和网络环境下并行分布应用的 Java 库 ProActive[8],在此基础上构建了支撑协同标绘的网格调度服务,实现多个分散在不同地点的工作人员同步地参与地图的标绘工作,提高工作效率。

2 网格分布式实时协同标绘系统的设计

2.1 分布式实时协同标绘操作

分布式实时协同标绘是由分布在网络上、异构环境的用户通过共同参与,协同完成标绘任务。本文主要针对矢量图形方式的协同,包括动态添加、动态修改、编辑图形实体对象(协同编辑)、保存标注(协同标注),以及协同浏览(缩小、放大、平移、选

收稿日期: 2012-02-07; 修回日期:2012-03-21.

基金项目: 国家科技支撑计划项目"全国警用地理信息基础平台数据管理与共享技术研究及实现"(2008BAH23B0201-2);
国家"863"计划项目"全球海量空间信息集成分析与主动服务技术平台"(2012AA12A401)资助。

作者简介: 张建兵(1974-),男,湖北人,讲师,博士,主要研究方向:空间信息服务,网格 GIS 等。
E-mail:zhangbing153@yahoo.com.cn

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

择实体)等功能。

群体间的一次协同操作一般包括以下 3 个步骤:

(1) 有控制权的协同客户端进行某项操作,如在某位置添加了一个点,或者选中某个多边形,或者增加了某个标绘曲线,该协同客户端协作信息处理模块通过监控 GIS 组件的中发生的事件(包括标绘命令及该命令改变了的空间实体信息数据),立即捕获了本地的协同事件,并将协同事件封装成协同消息,提交给网格调度器。

(2) 网格调度器收到某协同客户端传送的协同消息,在网格环境中转发给别的协同客户端。

(3) 各个协同客户端协作信息处理模块收到网格调度器转发的协同消息后,对协同消息进行解析(除了发送协同消息的客户端),将协同消息还原为标绘命令(GIS 组件可以识别的标绘操作),调用 GIS 组件完成标绘工作,完成群体间的实时协同的标绘。

通过以上的协同过程,各协同客户端保持了标绘结果的一致性和实现用户间协作感知。协同消息的实时、准确的发送和接收,在整个协同系统中扮演着重要的角色,而这个过程是由网格调度器来完成,在通讯过程中采用了 XML 技术对消息体进行封装,便于消息的封装和解析。

2.2 系统的框架设计

分布式实时协同标绘系统由协同客户端、网格调度器、网格服务池、空间数据资源库组成,其系统框图如图 1 所示。

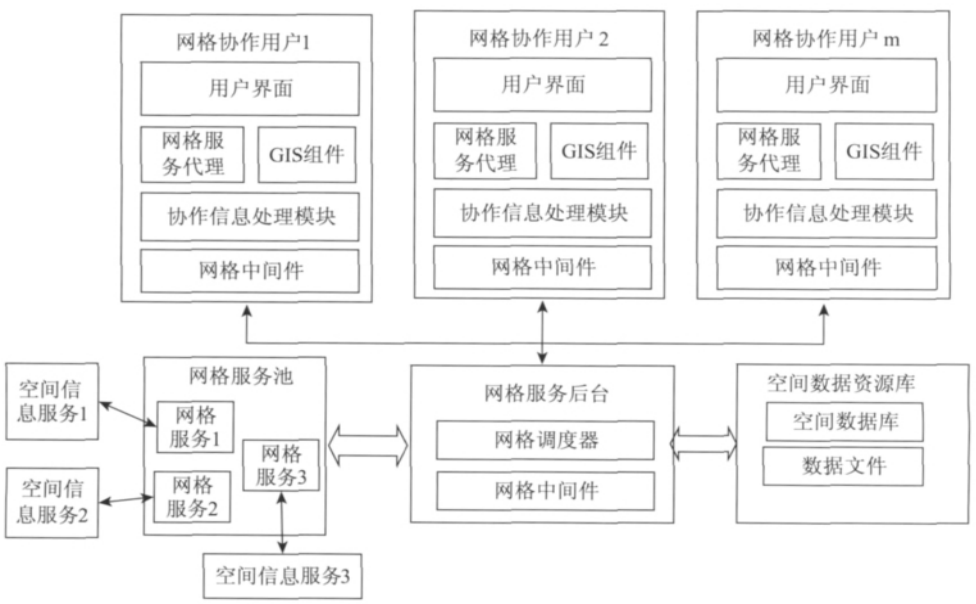

图 1 网格分布式实时协同标绘系统的框图

Fig. 1 Diagram of the distributed real-time collaborative plotting system based on grid

协同操作的完成依赖于网格调度器和协作信息处理器。协作信息处理模块负责接收网格调度器发送的标绘指令,将它解析成 GIS 组件可以识别的制图操作,调用 GIS 组件完成标绘工作,同时负责监控 GIS 组件的发生事件(包括制图命令及该命令改变了的空间实体信息数据),并将它进行包装,上报到网格调度器。网格调度器负责接收协作用户的数据处理事件,将它发送给其他用户,完成同步标绘。GIS 组件封装了一些对矢量图形进行处理的功能,用于支持针对矢量图形数据的协同操作。

3 网格分布式实时协同标绘系统实现的关键技术

3.1 协同模型

实时协同设计有两种基本模型:集中式模型和复制式模型[6]。在集中式模型中,协同工作的各方"同时"使用只安装在某一个站点上的应用软件,其他站点的屏幕显示出同该站点完全相同的应用软件的用户界面,同时这个站点也接收其他站点的用户对该应用程序的所有的操作。在复制式模型中,协同工作的各方都运行应用程序的一个拷贝,各站

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

点将用户操作分发到其他站点,使其做出相同的处理过程,从而使得所有参与方都显示出完全一致的用户界面。基于协同速度的考虑(要满足实时的要求)和 GIS 海量数据的特点,我们选用复制式模式。协作组的成员都有一份保存在本地的地图数据,可以定期协同更新本地数据。在协同制图过程中所有的成员都是通过本地 GIS 程序操作本地 GIS 数据,各站点之间只传输改动了的实体数据信息,这样保证网络数据流量较小,各成员能够实时协同。

3.2　并发控制

群体协同用户进行某项空间信息服务时,由于网格环境中的协同用户分布在不同的地理位置,他们的交互要通过网络实现。理想情况下一个协同用户的操作能够瞬间在群组用户的客户端显示出来。但是由于网络带宽和速度的限制,特别是网格环境下广域网用户的协同,这种理想状况实现起来有一定困难。这样就带来并发控制的问题。

通常有以下几种并发控制机制:即事务协议、加锁协议、串行协议、令牌环协议等。网格分布式实时协同制图系统采用令牌环协议,这种方式较为简单。在分布式实时协同制图系统设计一个主持人站点,它具有对共享资源的控制权,例如,它可操作地图、标绘地图,决定将控制权交给下一位主持。主持人站点随需变更。协同用户希望进行某种操作,需要先申请成为主持人,得到控制权。分布式实时交互协同,不仅要实现各用户间协同操作,还要保证协同操作过程的实时性。

3.3　协同消息的表示

在整个系统的协同服务进行时,会产生许多不同种类的消息,在消息的转发过程中也存在单播(点对点)和多播(点对多)的方式,在消息的反馈类型上,有的是有反馈的,有的是无反馈的。例如,协作者客户端的登录、获取网格中的资源的请求、一个协作者与另外一个协作者单独交谈等这类消息的发送过程,采用的是单播,有反馈类型的;而在群体协同会议的协同活动中,采用的是多播,无反馈类型。

主要的消息类型如表 1 所示。

表 1　协同消息类型

Tab. 1　Types of collaborative information

消息类型	消息名称	消息描述
会议管理	CoUserLogin	协同者登录请求
	CoUserQuit	协同者退出会议
	CoUserResRequest	协同者请求资源
	CoUserResResponse	响应协同者资源请求
	CoSessState	会议状态信息
	CoSessEnd	会议结束
会议控制	CoSessModelChg	会议控制模式改变
	CoSessControlReq	会议控制权请求
	CoSessControlChg	会议控制权转移
协同浏览	CoMapMoveUp	上移
	CoMapMoveDown	下移
	CoMapMoveLeft	左移
	CoMapMoveRight	右移
	CoMapZoomIn	放大
	CoMapZoomOut	缩小
	CoMapPan	平移
	CoMapReset	重置
协同编辑	CoEntityAdd	增加实体
	CoEntityEdit	编辑实体
	CoEntityMove	移动实体
	CoEntitySave	保存实体
	CoEntityDel	删除实体
协同标注	CoAnnotionAdd	添加标注
	CoAnnotionDel	删除标注
	CoAnnotionShow	显示标注
	CoAnnotionHide	隐藏标注
	CoAnnotionEdit	编辑标注
协同会议	CoPrivateInfo	私下消息(点对点)
	CoPublicInfo	公共消息(点对多点)

3.4　网格调度器

网格调度器是分布式实时标绘系统的关键组件,它负责调度资源以及消息转发。网格调度器通过监控,接收由协同客户端协作信息处理模块传送过来的协同消息,转发给其他协同用户,各协同用户利用自己的 GIS 组件,执行相应的动作,实现制图操作的实时协同。网格调度器的开发采用 Java 的网格中间件工具 ProActive。ProActive 是一个支持开发网格和网络环境下并行分布应用的 Java 库,具有移动代理的可迁移性,支持 XML 的软件部署功能。ProActive 的核心是主动对象,它实现了分布式对象在串行、多线程和分布之间的无缝开发和部署,它可以使程序员集中主要的精力在建模和算法设计上,而不是诸如对象分布、映射和负载平衡等底层的任务上[8,10]。

群组通信是高性能计算和网格计算的关键特

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

征。在 ProActive 中，用户可以使用一个类的公共方法初始化群组通信和传统的点通信。使用 ProActive 中间件能方便地开发网络环境下的空间信息应用。基于 ProActive 的应用程序编程使用 Java 语言，一个标准的 Java 类可以转化为主动对象。按照面向对象的开发方法，我们将网格调度组件和协作信息处理组件设计为 Java 类，在网格网络环境下动态发布。成功运行的网格调度器如图 2 所示。

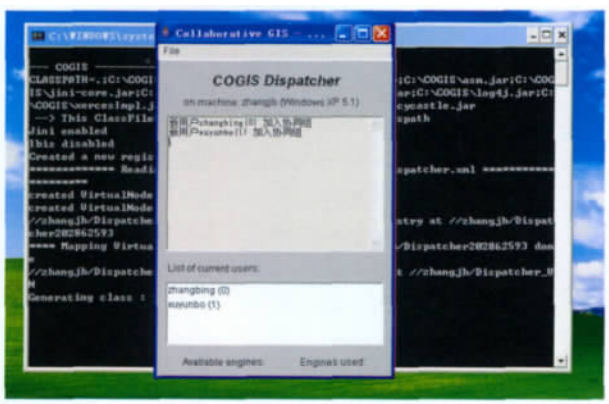

图 2 分布式实时标绘系统网格调度器(协同服务器)

Fig. 2 Grid dispatcher of the distributed real-time collaborative plotting system

4 系统的应用实例

本文将网格技术引入分布式实时协同军事标绘应用中，探讨了群体用户利用网格技术实时协作、共同参与标绘任务的实现。分布式实时协同军事标绘原型支持矢量图形文件，能够在不失真的情况下进行图形的缩放，放大图形的任意区域，同时支持批注动态添加和保存，协同浏览，协同编辑，以及协同会议和支持群体决策。

本文基于 Java 编程技术，结合网格技术和 GIS 技术，实现了分布式环境下多用户分布式实时协同标绘原型。WebGIS 软件采用中科院遥感所数字地球室研发的 MapExpress 软件平台(网格中间件采用的是 ProActive，采用作者研发的网格调度服务以及网络符号库)。网格调度服务如图 2 所示；多用户协同标绘的场景如图 3、图 4 所示。

在实验室的局域网环境下(网络带宽约为 100M/S)，4 个用户同步参与标绘，测得网格分布式实时协同标绘响应时间小于 100 毫秒。基于网格技术构建分布式协同标绘系统能够实现快速协同，

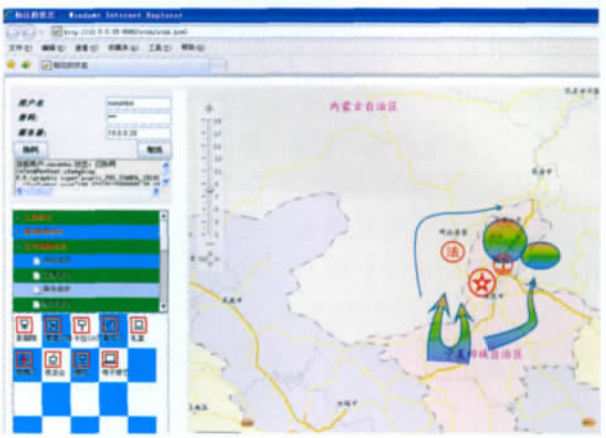

图 3 分布式环境下分布式实时协同标绘示例(用户 1)

Fig. 3 An example of distributed real-time collaborative plotting in a distributed environment (user 1)

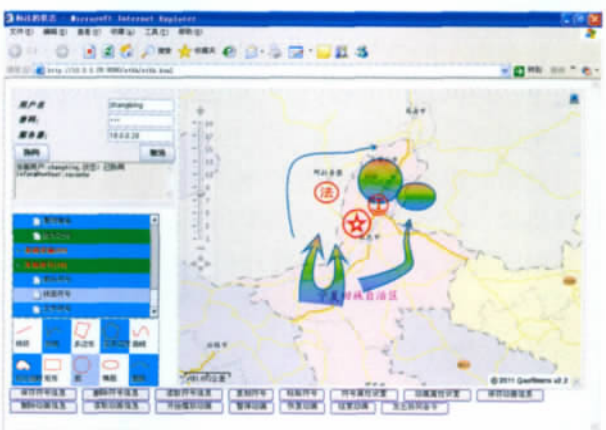

图 4 分布式环境下分布式实时协同标绘示例(用户 2)

Fig. 4 An example of distributed real-time collaborative plotting in a distributed environment (user 2)

满足实时性的响应要求。

5 结语

实时协同标绘是一种先进制图技术。它符合信息时代人们工作模式的群体性、分布性和动态性等特点。本文将网格技术引入分布式实时协同标绘研究中，设计了网格分布式实时协同标绘系统框架。基于 Java 编程技术，结合网格技术和 GIS 技术实现了分布式实时协同符号标绘系统原型。本文的实时协同标绘系统充分利用网格技术的优势，具有较好的响应性能，稳定性较好。

参考文献：

[1] 李立夏，夏学知，涂葵. 舰载指控中协同态势标绘系统的研

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

究与设计[J]. 计算机工程, 2010,36(16):240-242.
[2] 张俊升,李庆华. 地图协同标绘感知系统的设计与实现[J]. 计算机应用,2004,24(6):174-177.
[3] 孙立峰,胡晓峰. 一种支持 CSCW 的全景信息空间模型[J]. 小型微型计算机系统, 1998,19(11):37-43.
[4] 颜威,耿兆丰. 支持协同工作的工程 CAD/CAM 系统研究[J]. 计算机应用研究,2003,20(7):61-63.
[5] 储备,杨庆丽,蔡青. 网络环境下的工程 CAD 实时协同研究[J]. 计算机应用研究,2000,17(5):18-19.
[6] 周树语,许小艳,刘然. 基于 GIS 的分布式实时协同制图系统的研究[J]. 计算机工程与设计, 2005,26(1):55-57.
[7] 常智勇,莫蓉,杨海成. 基于 Agent 的网络协同设计系统[J]. 计算机工程与设计, 2005,26(1):15-17.
[8] ProActive[EB/OL]. http://www-sop.inria.fr/oasis/ProActive/,2004-12-18.
[9] 白玉琪,杨崇俊. 空间信息搜索引擎研究[J]. 中国矿业大学学报, 2004,33(1):90-93.
[10] 梁正友, 张凌, 董守斌. 基于 ProActive 的网格应用程序开发方法[J]. 计算机应用, 2005, 25(6):1414-1416.
[11] Foster I, Kesselman C, Nick J M, Tuecke S. Grid services for distributed system integration[J]. Computer, 2002,35(6): 37-46.
[12] 张建兵. 基于网格的空间信息服务关键技术研究[D]. 中国科学院研究生院(遥感应用研究所), 2006.
[13] 高昂, 陈荣国, 张明波,等. 面向网格环境的 Java 跨平台 GIS 系统原型实现的关键技术[J]. 地球信息科学, 2007,9(6): 65-71.
[14] 杨崇俊. 网格及其对地理信息服务的影响[J]. 地理信息世界, 2003,1(1):20-22.
[15] 曾少斌, 谢传节, 李佳琪, 史磊. 基于网格服务的遥感图像并行融合[J]. 地球信息科学学报, 2010,12(2):269-274.

Research on the Distributed Real-time Collaborative Plotting System Based on Grid

ZHANG Jianbing[1], REN Yingchao[2], XU Yunbo[2] and ZHAO Yanqing[2]

(1. *Department of Computer Science and Technology, China University of Petroleum, Beijing* 102249, *China*;
2. *The State Key Laboratory of Remote Sensing Information Sciences, IRSA, CAS, Beijing* 100101, *China*)

Abstract: With the rapid development of computer network technologies and distributed computing technologies, common collaboration and cooperation based on geospatial information for team users are increasingly popular. Since the traditional plotting system is single-user mode that is not able to meet the requirement of collaborative plotting of group users in modern society in a distributed environment, in this paper we focused on establishing a distributed real-time collaborative plotting system with grid technology, and the structure of the system based on grid was designed. The system structure is introduced and the key technologies such as collaborative management, collaborative information and grid dispatcher were also presented. The prototype of the distributed real-time collaborative plotting system was implemented based on the combination of gird and GIS technologies, and common collaboration and cooperation based on geospatial information for team users was achieved. The network symbol library and WebGIS software are used in the system. The research showed that the distributed real-time collaborative plotting system we built with gird technology can satisfy the requirement of collaboration on the condition of Wide Area Network, and the experiment of collaborative plotting of users showed that the distributed real-time collaborative plotting system achieved fast response and high stability.

Key words: grid technology; collaborative plotting; geographic information system

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net