

基于 Web 的分布式远程仿真的研究与设计^①

张 恒 段 富 (太原理工大学 计算机与软件学院 山西 太原 030024)

姚宏伟 (济领域系统仿真技术应用国家工程研究中心 北京 100854)

摘 要: 针对当前远程仿真资源共享与可视化技术的不足, 基于 B/S 模式和分布式交互仿真的特点, 提出了一种新的远程仿真设计思路和方法。充分利用了 J2EE 体系结构, 尤其是 RMI 与 JNDI 技术解决了小范围内远程仿真资源的查找、调度与访问的问题。利用 Applet/Servlet 之间的通讯机制, 通过服务接口获得分布式环境提供的信息、数据, 进而控制仿真实体的运动。在此基础上充分结合 Java3D 技术实现了数据可视化, 能够进行远程虚拟场景的逼真的动态显示以及用户与虚拟环境的友好交互。对该方法进行了可行性认证, 证明了其有效性。

关键词: 分布式交互仿真; 虚拟现实; RMI; JNDI; Java3D

Research and Design on Distributed Remote Simulation Based on Web

ZHANG Heng¹, DUAN Fu¹, YAO Hong-Wei²

(1.College of Computer and Software, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2.National Engineering Research Center Of System Simulation Technology Application, Beijing 100854, China)

Abstract: To resolve today's insufficient remote simulation resource sharing and visualization technology, a new design and method, which aim at improving remote simulation, is provided based on the B/S mode and characteristics of distributed interaction simulation. Making the best of technological means using J2EE, RMI and JNDI technology have solved a small scope of problems in remote simulation resource such as search, dispatch and the access questions. By using the communication mechanism between Applet and Servlet, information and data are obtained through the service interface from the distributed environment, controlling the simulation the entity's movement. By using Java3D technology to achieve data visualization, a lifelike dynamic demonstration is created in a user-friendly virtual environment that allows communication among users.

Keywords: distributed interaction simulation; virtual reality; RMI; JNDI; Java3D

1 引言

随着计算机技术的飞速发展, 计算机仿真已经成为现阶段仿真发展的主流。分布式虚拟环境下远程协同仿真技术是随着仿真技术与 Web 技术的飞速发展与充分融合而产生的, 它彻底打破了时空的限制, 使得用户可以在任意的地理位置通过网络运行仿真系

统, 进行仿真实验与仿真结果分析, 充分实现了仿真资源的共享。

在一个远程仿真的应用中, 除了仿真系统本身的科学性外, 如何充分利用可共享的仿真资源提高仿真效率, 以及如何为用户建立良好的人机界面显示也是远程仿真系统是否成功的重要因素, 因此, 进行远程

^① 基金项目:国家重点实验室基金 (9140C64030608HT08)

收稿时间:2010-01-24;收到修改稿时间:2010-03-05

仿真的资源共享技术的研究与在此基础上的可视化技术的研究是非常迫切和必要的。

本仿真系统基于 B/S 模式, 利用 JNDI 和 RMI 技术, 将位于不同地理位置的仿真资源有机的结合起来。利用 Java3D 技术实现了用户与虚拟环境的友好交互。

2 基于Web的分布式远程仿真的设计思路

本文提出了一种基于 Web 的分布式远程仿真的设计思路, 整个仿真系统的工作原理如图 1 所示。远程仿真服务器把自身的仿真资源通过 JNDI 注册到本地仿真中心的目录服务器上, 当本地需要调用远程仿真资源时, Applet 通过 Servlet 通知 Web 服务器调用在目录服务器上注册的仿真资源, Web 服务器把仿真资源返回给 Applet, 然后 Applet 通过 RMI 获得远程仿真资源, 最后由 Java3D 通过外部程序接口(EAI)把远程仿真资源导入到虚拟场景中, 并最终通过 JSP 页面显示给用户。

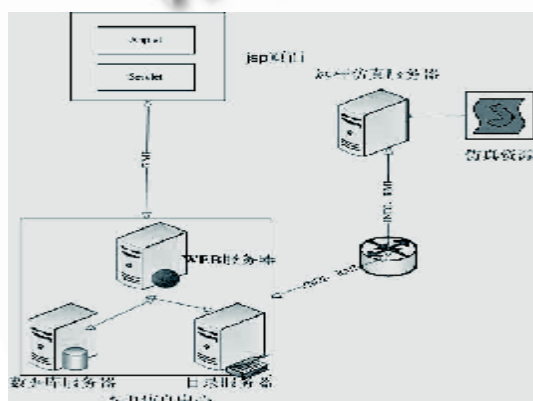


图 1 远程仿真系统工作原理

3 基于Web的分布式远程仿真的设计方案

根据分布式仿真三层设计模式^[1], 再结合实际需求构建分布式仿真环境框架, 如图 2 所示。

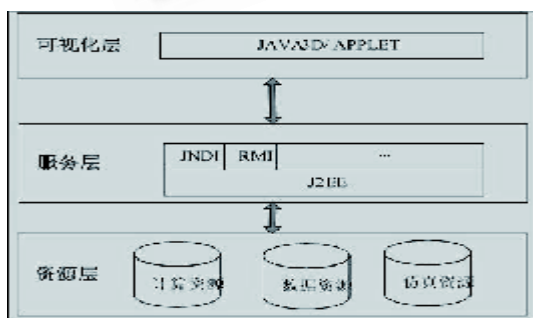


图 2 分布式仿真环境框架结构图

1) 资源层: 资源包括数据资源、计算资源和仿真资源。本系统采用的数据库为关系型数据库 SQL Server 2000 和目录型数据库 Apache Directory Server, 使用目录型数据库来存储仿真资源, 使用关系型数据库来存储纹理图片资源、数据资源、计算资源。因此要建立不同的数据库连接模块。

2) 服务层: 运用 J2EE 技术中的 JNDI 实现远程资源的发现, 运用 RMI 技术能够远程协同访问这些资源。RMI 是开发纯 JAVA 的网络分布式应用的核心解决方案, RMI 支持存储于不同地址空间的程序对象之间彼此进行通信, 实现远程对象之间的无缝远程调用。通过 JNDI 可以把一个可用的 RMI 类的引用存储在开发者的 LDAP 服务器中, 而不必在每个装有 RMI 客户应用的计算机上都保持可用方法的注册。

3) 可视化层: 在远程协同仿真中客户端与服务端之间的交互比较复杂, 往往需要显示实时的动态信息, 这就要求在服务器端进行大量的运算工作, 因此一定要在 Applet 与 Servlet 之间建立直接联系。需要对 Java3D 技术与数据可视化技术进行深入研究, 不仅需要依赖 Java3D 技术实现数据的可视化描述问题, 同时还要在客户端解决大量的几何数据和纹理影像数据的动态传输、在线交互和实时显示, 而且在服务器端还必须支持多种类型数据的管理和有效存取及安全性等问题, 为此提出了一个多层分布的应用程序模型, 如图 3 所示。

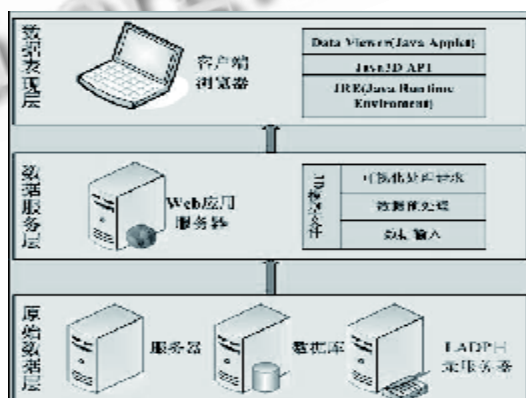


图 3 多层分布的应用程序模型

根据在系统中不同位置以及系统功能层次的划分, 把可视化系统分为三层: 数据表现层、数据服务层、原始数据层。

1) 原始数据层主要进行数据收集, 提供一个统一

的使用接口,根据系统实时性要求的不同,采取相应的接入方式。

2) 数据服务层主要向下接入可视化数据,向上接受可视化请求,提供可视化 Web 服务,同时承担部分数据预处理工作。

3) 数据表现层及客户端完成数据的可视化描述,进行从数据空间到虚拟空间或计算机空间的映射,并将三维数据场景展示给用户。

4 基于Web的分布式远程仿真的具体实现

4.1 数据层的实现

数据层主要是用来管理仿真系统中所使用的数据,包括用户数据,三维模型数据等。三维模型数据主要是使用三维软件根据现实物体的形状,大小及其分布特征等信息构建出来的表现物体三维信息的数字模型,其中包括模型的材质、纹理等信息。用户信息主要是用户登陆系统时所使用的信息。因为考虑到某个仿真服务器上可能包含若干个三维模型数据,因此采用目录型数据库来存储三维模型数据对象。使用关系型数据库来存储用户信息。

数据层是整个基于 Web 的视景仿真系统的基础,它的数据结构是否合理、功能是否丰富、数据访问操作是否快速和准确、数据完整性和容错性是否良好,都直接关系着整个系统运行的性能。

基于 Web 的视景仿真系统对数据层的要求主要有以下几个方面:

- 1) 快速、准确的对三维模型数据进行存储、查询、修改、删除等操作。
- 2) 支持丰富的文件格式转换功能,能够输入,输出一些常用的数据格式文件。
- 3) 支持视景数据的层次化表现。

4.2 数据服务层的实现

数据服务层包含了视景仿真应用的业务逻辑,是整个视景仿真系统的核心,在系统实际应用过程中,针对具体的应用所做的开发工作大部分都是基于数据服务层进行的。把数据服务层进一步分离,划分为服务层、中间层、组件层。服务层负责提供 Web 服务,运行仿真应用。中间层负责处理系统应用过程中的分布事物,提供对模型组件的发现,调用以及不同操作系统之间的通信。组件层包括分布在网络上并在中间层注册的仿真模型组件和仿真工具组件,对不同系统

的应用提供可以重用的软件代码,让系统开发人员在开发新的系统时有效地继承现有工作成果,减少工作量。数据服务层的功能结构如图 4 所示:

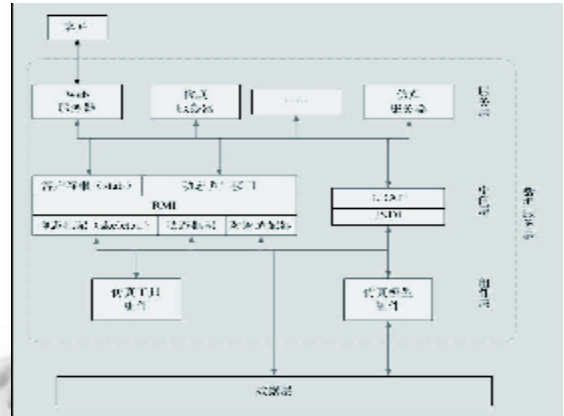


图 4 业务层的功能结构图

为了保证系统的设计的开放性、可扩展性的角度出发,业务层的实现主要采用 JAVA 结合 RMI、JNDI 技术的解决方案。服务层仿真应用代码的开发和下载到客户端机器运行的 Applet,以及组件层模型都是采用 JAVA 实现的。而中间层的实现主要采用了 RMI、JNDI、LDAP 技术,采用它们的好处是对仿真模型地发现、动态获取、实例化和修改仿真模型。

4.3 数据表现层的实现

使用混合式视景生成方式,对表现层的要求是从服务器下载当前视景数据和 JAVA Applet 程序,嵌入在 JSP 页面中,在客户端浏览器内完成场景的生成和一定的功能交互。Applet 主要负责网络通信,提供给用户一个图形界面,对用户的交互操作进行逻辑控制。当用户需要切换视景、更新视景数据或者运行比较复杂的仿真运算的时候,就通过 Applet 负责与服务器通信,提交请求接受结果数据,完成视景的切换和更新工作。

4.4 虚拟场景的建立

任何复杂的图形都是基于简单的几何图元-点、线、多边形组成的。基本的几何图元是构造三维场景的基础。三维地形作为一个复杂的几何模型,选用三角形建立比较合适。下图是 Java3D 生成的三维地形,使用随机函数生成不同点,利用三角元组(Triangle StripArray)类将数组里每个小带的点,三个一组依次连成相邻的三角形。每个小带均从第三个顶点开始,使用当前的点和前面的两个点来构造相邻的三角形块。

同时指定高度作为水平面, 当一个面的高度低于水平面则贴上水的纹理图片。不同的高度贴上不同的纹理图片。我们可以设置这些物体各方面的属性, 如形状, 位置, 外观, 纹理, 透明效果等; 还可以在三维环境中设置灯光, 雾, 背景, 声音等; 最后, 定义我们自己的观察角度, 而得到这个三维地形“真实”的影像。

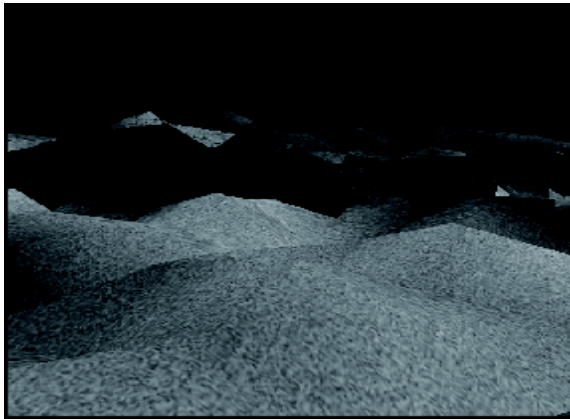


图 5 三维地形

4.5 用户交互的实现

虚拟环境中的视平台(ViewPlatform)定义了一坐标系统, 于是虚拟环境中的原始点和参考点就有了一参考坐标系. 这里视平台代表与视对象相关的一个点, 并充当确定绘制图象的基础. 视平台标记了场景图中的视点位置, 使其父 TransformGroup 节点能确定该视平台在虚拟环境中的位置、方向和大小。通过修改与 TransformGroup 节点相关的 Transform3D 对象, 就可以在虚拟场景中随意移动视平台, 实现对虚拟场景的漫游。在漫游的过程中, 为了使场景能与用户交互形成互动, 使用户能在该环境中任意游走, 并从不同的高度、朝向、倾斜度来观察场景, 在修改变换三维矢量对象时我们采用了实时变换的方法, 使用了 Key NavigatorBehavior 和 MouseBehavior 机制。它们负责对鼠标和键盘的操作进行监听并产生相应的消息事件, 通过自定义的消息响应函数, 我们对视平台姿态参数如高度、角度等进行了增量渐变, 实现了对 Transform3D 对象的实时更新, 进而实现了对父 Trans

formGroup 节点的实时修改变化, 达到了交互的效果。同时为了增加用户的参与和沉浸感。

5 总结

本文以三维地形作为远程仿真资源, 通过 JNDI、RMI 注册到本地仿真服务器上, 通过 Java3D 调用并最终显示在用户面前, 同时实现了与用户的友好交互。验证了本方法是可行的。

本系统采用 J2EE 为系统框架平台, JAVA 语言进行服务接口开发, 平台以 WEB 应用的形式实现了 B/S 架构, 使用 Java3D 技术编程实现虚拟现实应用的数据可视化。利用 Applet/Servlet 之间的通讯机制, 仿真系统能够通过服务接口获得分布式环境提供的信息、数据, 进而控制仿真实体的运动, 从而将仿真技术与 J2EE 体系很好的融合。完全基于 JAVA 语言, 既保证了系统的稳定性、兼容性, 又达到了很好的分布式效果, 并且减轻了客户端的负担, 降低了对客户端的要求。我们将进一步致力于本分布式仿真系统的后续研究与扩展。

参考文献

- 1 杨雪榕, 梁加红, 冯向军. 分布式仿真软件三层设计模式及应用. 系统仿真学报, 2008, 20(21): 5812 - 5815.
- 2 张童, 刘云生, 张传富. 基于 WEB 服务的分布式仿真资源的重用. 计算机仿真, 2007, 24(1): 140 - 143.
- 3 万虎, 余明晖, 杨庆. 基于网格的分布式仿真综述. 计算机仿真, 2008, 25(1): 6 - 10, 26.
- 4 张鹏, 龚光红. 基于网格的分布式仿真数据记录系统. 计算机仿真, 2007, 24(4): 124 - 127.
- 5 武安波, 王建华, 耿英三. 基于对象 Web 的远程有限元仿真服务研究. 系统仿真学报, 2002, 14(2): 136 - 139.
- 6 陈静. 分布式虚拟地形场景仿真研究. 系统仿真学报, 2007, 19(5).
- 7 曹力, 刘晓平. 局域网中分布式仿真系统的通讯模型. 系统仿真学报, 2007, 19(13): 2951 - 2954.
- 8 张卫, 查卫兵. 格的先进分布式仿真综述. 系统仿真学报, 2008, 20(5): 1089 - 1093, 1106.