

面向 Internet 的奥林匹克公园虚拟系统设计

侯涛¹⁾ 范湘涛¹⁾ 郭华东¹⁾ 邵芸¹⁾ 李克鲁²⁾

¹⁾(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) ²⁾(中国城市规划设计研究院,北京 100037)

摘要 随着显卡性能和互联网带宽的提高,对网络上3维仿真技术的需求越来越大。为了进一步推广应用3维仿真技术基于虚拟现实的最新发展技术,结合北京奥林匹克公园建设规划的具体情况,提出了建立虚拟奥林匹克公园系统的基本框架,并从功能模块、性能、结构组成等方面详细介绍了系统的设计与基于组件技术的开发流程,不仅实现了北京奥林匹克公园3维仿真场景的网络发布和浏览查询等功能,同时也展示了其广阔的应用前景。

关键词 虚拟奥林匹克公园 3维仿真 网络发布 组件

中图法分类号:TP391.9 文献标识符:A 文章编号:1006-8961(2008)03-0547-05

Design of Olympic Park Virtual System for Internet

HOU Tao¹⁾, FAN Xiang-tao¹⁾, GUO Hua-dong¹⁾, SHAO Yun¹⁾, LI Ke-lu²⁾

¹⁾(National Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing 100101)

²⁾(China Academy of Urban Planning and Design, Beijing 100037)

Abstract With the improvement of graphics cards performance and network bandwidth, people become more interested in the 3D simulation applications on the internet. Based on the latest development of virtual reality technology, combined with the plan of Beijing Olympic Park, the basic frame of constructing virtual Olympic Park is provided. The design of system and developing flow based on components are discussed in detail from several aspects such as function module, performance and configuration. At last an instant of web release for 3D virtual scene of Beijing Olympic Park is given and the wide foreground is shown

Keywords virtual Olympic park, 3D simulation, web release, components

1 引言

随着计算机网络技术的发展,越来越多的Internet应用正逐渐改变着人们的工作和生活方式,而且WWW(world wide web)以其友好的用户界面为特点,已经成为人们采集、使用和共享数据及信息的最主要途径。显卡性能与网速的提高更为虚拟仿真系统从较封闭的单机环境发展到开放的互联网上提供了新的机会,因此,将以计算机网络技术为基础的分布式处理策略引入到虚拟现实(VR)中已经成为一种趋势。同时,

基于互联网的虚拟现实系统不仅适合于3维模型数据和其他空间数据所具有的类型繁多、数据量大、分布广等特点和动态的应用需求,而且易于与其他应用系统集成。

网络3维(Web3D)技术,最早可追溯到VRML(virtual reality modeling language)。它是一门与互联网结合,用来描述3维交互世界的程序语言,可应用于创建虚拟现实对象和展示模型等方面^[1]。尽管VRML规范支持纹理映射、雾、视频、音频、对象运动和碰撞检测等功能,但是由于VRML不支持压缩以及较大纹理贴图等数据,且缺乏交互功能,并没有得到预期的推广运用,因此,VRML组织改名为Web3D组

基金项目:国家科技攻关项目(2002BA904B07);中国科学院知识创新科技奥动项目(2003AA135280)

收稿日期:2006-05-19;改回日期:2006-07-15

第一作者简介:侯涛(1978~),男,现为中国科学院遥感应用研究所博士研究生。主要研究方向为虚拟现实应用与3维图形处理。

E-mail:wuhanht@sohu.com

织,同时制订了一个新的标准——Extensible 3D (X3D),随后完成了 VRML 到 X3D 的转换^[2]。同时,在 Internet 上还存在着类似 3 维矢量建模的虚拟现实技术,也就是 360°全景图,全景图虽然提供了大角度的视觉环境,但是对许多动态景物尚缺乏支持,交互功能较差。

本研究主要采用 ActiveX/COM + /DCOM (distributed component object model) 组件技术结合 OSO (OpenSceneGraph) 3 维图形引擎^[3]的方法来建立基于网络环境的奥运公园 3 维场景发布。这种基于组件形式的网络虚拟现实应用系统,具有便于开发、易于与其他系统集成以及良好的扩展性等优点。

2 系统结构与功能

2.1 系统结构设计

2.1.1 基于分布式网络架构的系统结构设计

该系统采用三层模型结构,并将表示层、中间层、数据服务层组织在一起(见图 1)。

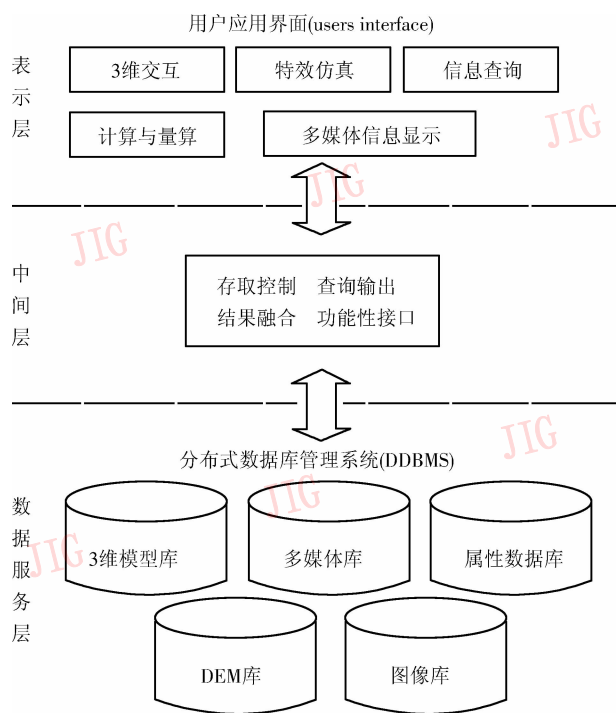


图 1 系统结构图

Fig. 1 System structure

该系统运行时,用户先通过表现层提供的用户界面输入参数,再经过表现层客户端软件及应用中间层的各种应用服务器将请求传递到数据服务器端;然后数据服务器对请求进行处理,并将结果通过

应用中间层返回给表现层;最后由表现层显示用户所需的结果。

基于网络的虚拟公园系统的三层体系结构,不仅便于与用户原有的管理信息系统(MIS)及地理信息系统(GIS)等管理手段相结合,而且采用三层结构模型可同时确保系统的可维护性和可扩充性。因为通过网络管理,能对结构和构件元素进行集中管理,这样就能避免管理员在安装和更新应用程序时,对每个用户的 PC 机进行手工调整。

2.1.2 数据服务层设计

数据服务层由 SQL Server 数据库和 3 维数据文件构成,主要的存放在数据库中,部分以文件的形式存放。它构成了一个存贮、访问和管理空间和属性数据的关系型数据库服务器。

3 维模型数据库服务器则用于管理虚拟的 3 维地理对象和与多用户有关的数据。虚拟场景数据包含:模型几何数据、模型纹理数据和其他属性数据。

2.1.3 应用中间层设计

应用中间层包括 3 维场景数据的查询、压缩以及分发功能。运行时,用于接收来自表示层的请求,并根据具体请求计算分发其需要的数据。由于 3 维场景中的几何数据是采用累进传输技术,因此中间层应具备计算累进模型的功能,也就是在模型简化预处理过程中,生成一个由原始模型的最基本模型和一系列简化信息组成的累进格网表示模式。这样在应用时,即可通过逆向跟踪简化信息序列来对每条简化信息执行逆操作,从而逐步恢复所删除的模型细节,以便得到原始模型的连续精度的简化模型^[4,5]。在分发最基本模型和简化信息时,还要对所传输的数据进行压缩,以降低有限的网络带宽资源的占用。

为了加强本系统的功能,应用服务器端还要建立与空间数据库及传统的 GIS 应用系统的联系,以便将 GIS 的数据管理、查询、检索、空间分析等功能,逐渐与虚拟仿真场景进行连接,并对 3 维浏览查询等功能进行扩展。

2.1.4 表示层设计

在表示层,设计一个用于虚拟 3 维场景浏览与交互操作模块以及其他应用程序模块,诸如用户对话管理模块、数据量测模块、2 维图形显示管理模块等。各模块以浏览器组件形式设计与开发,在用户第 1 次访问数据时自动下载,并安装在本地。客户端还具备几何模型的递增显示功能,因为中间层在

分发几何模型数据时是按照累进模式依次发送的,所以表示层要相应地递增显示所接收到的数据。除了对3维场景的浏览与操作外,表示层软件组件还负责将用户查询、检索到的信息和多用户之间的信息传递到应用中间层,并接受其回传的结果数据。

2.2 系统功能

系统设计时,考虑到奥林匹克公园规划建设与宣传展示等方面的需求,首先提供以下功能:

(1) 场景数据集成和管理功能,即采用数据库方式将模型的几何信息、属性信息以及模型间的拓扑信息集成到一个统一的数据库中,以便于有效访问和更新;

(2) 浏览器具备模型对象的查询功能,由于现有的浏览器大多只对场景的外观特性进行模拟,交互功能相对较弱,因此本系统除了浏览功能之外,还提供了更多的访问手段,比如,通过输入地名可定位到3维空间中某一方位,或通过获取空间中某一物体来得到经纬度、高程及其他文字信息;

(3) 常用计算与量算功能,即对某陌生区域进行浏览时,用户可查询两地点之间的距离。另外,结合数字高程模型还可计算挖填方体积、地形坡度等数值;

(4) 实现重力和碰撞等现实效果,因为目前的虚拟场景主要是对地球这个人类生活环境进行模拟,所以在漫游时增加重力和碰撞效果可增加漫游者的真实感觉;

(5) 在虚拟场景中表现特殊效果,即采用粒子系统方法,制作烟火、雨雪等环境效果,由于这些功能属于仿真系统中常用功能,因此将其引入虚拟公园系统,能获得更接近现实的效果;

(6) 集成声音、动画等多媒体信息,即在VR环境中表现影音媒体,传递生动的听觉、视觉信息,以进一步增强真实效果;

(7) 高端图形渲染功能,即针对某些高端用户,开发面向顶点着色器(vertex shade)、像素着色器(pixel shade)的高端图形环境;

(8) 连接MIS与GIS数据库功能,用于实现对属性、地理要素、位置的查询以及和其他系统的接口。

3 系统开发应用

3.1 技术流程

北京奥林匹克公园包括中心区和奥林匹克森林

公园,是2008年奥运会活动的核心区域,其位于北京城市中轴线的北端。其中,森林公园是以山水植被为主的休憩空间,拟建设为一个绿色生态地带;而中心区内则有国家体育场、国家体育馆和国家游泳中心等主要场馆,是奥运会各项比赛最集中的地区。公园规划图见图2。

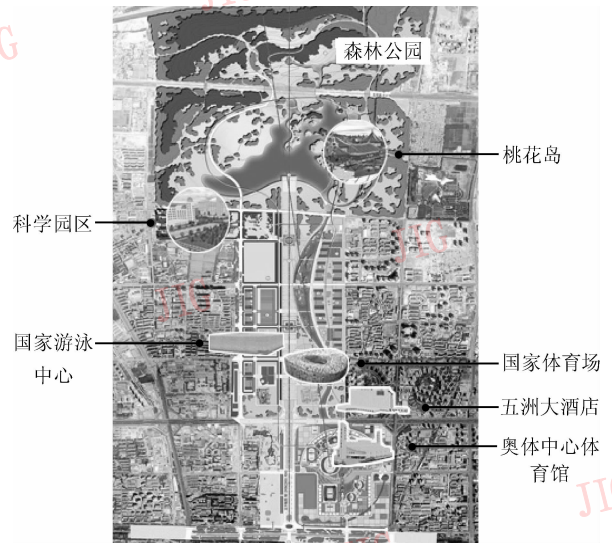


图2 北京奥林匹克公园规划图

Fig.2 Plan map of Beijing Olympic park

依据以上的分析与设计,初步开发了一个虚拟的北京奥林匹克公园系统,其技术路线如图3所示,并详细阐述如下:

首先,基于3维图形工具包和组件技术,开发了仿真场景驱动引擎,初步完成了数据解压、场景显示与漫游、界面控制与交互操作、雨雪粒子效果和经纬度查询及对象属性信息查询等功能。按照由易到难的思路,下一步将完成累进传输等功能。

然后,分别对场馆区、商业区、奥运精神纪念公园区、文化轴线——千年步道以及森林公园区域等进行了虚拟场景开发,建立了3维模型。由于虚拟奥林匹克公园系统中主要3维模型的类型较多,有山体、水体、植物、城市雕塑、公共设施和场馆等,并且单个模型的数据量也大,如,通过建模工具生成一束带有花瓣等细节表现的花模型,其三角形个数就达到70000多个,而且利用3维扫描仪得到的城市雕塑模型,其细节表现虽然丰富,但数据量也很大,若直接将模型交给图形流水线处理,则超出硬件的承受能力,在显示时会产生停顿现象,所以,为适应互联网环境,需采用二次误差度量方法^[6,7]进行自动简化,以减少多边形数

量,同时采用纹理优化方法来产生合适的贴图尺寸。

最后,系统集成高分辨率卫星遥感数据和航空

数据、数字高程模型数据、3 维模型数据和贴图数据等,构建整个场景文件后,再联合场景驱动引擎,一起发布到互联网上。

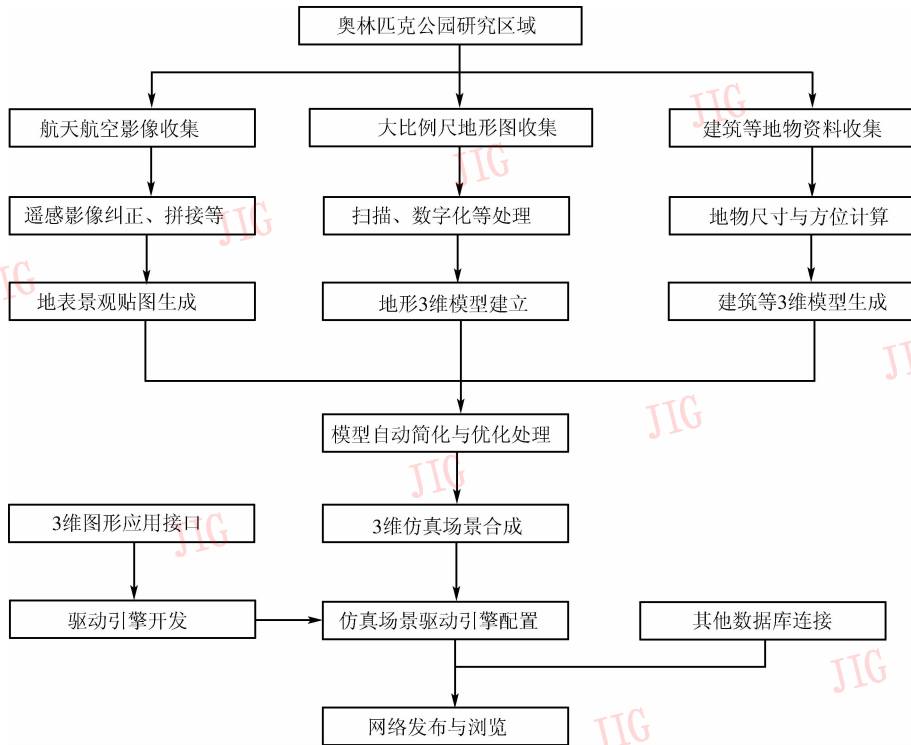


图 3 技术路线图

Fig. 3 Technique route

3.2 技术问题解决方法

3.2.1 动态模型加入

与静态场景与模型不同的是,由于动态模型具有自身的运动模式,从而使得场景更加真实和生动,其基本原理是在不同时间确定更新的位置,为保持连续性,防止跳跃,可将时间间隔缩短到较小数值或在前后两个位置间进行内插平滑处理。本研究是采用创建运动路径的方法载入运动模型。

3.2.2 数据库查询

3 维目标的选取是场景内目标信息数据库查询的前提。其步骤为,鼠标双击目标发生时刻,计算鼠标点中位置与各个 3 维物体间的相交关系,在进行深度值判断后,再选取离相机位置最近的目标,同时在另一视图中,突出显示与目标对应的场景结构图中的结点,以获得结点的 ID 数值,并将其作为参数提交到服务器端进行属性数据查询,在得到结果后返回客户端显示。另外,由于场景图中结点的父子关系得到了展开,因此用户可进一步选择父子结

点,并查询其信息。

3.2.3 结合 DEM 的计算与查询

以数字高程模型 (DEM) 数据为基础先生成地形 3 维模型后,其数据依然需要单独存储在文件中,当系统启动后,再载入数组中;然后以地物参数为基础,再通过计算得到地物空间模型,并将其坐标和高度等数值存储在数组中,以作为挖填方体积计算及各节点高度、深度等查询的基础。

3.2.4 场景文件的转换与压缩

为提高场景文件的传输与快速载入,在研究中需将所有相关文件转换成一个二进制文件,这既能缩短下载时间,又能加快场景文件的调入和占用较少的内存资源。

考虑到网络带宽等客观因素,为达到网络环境中传输文件尽量小的目的,还采用了进一步压缩二进制文件,在传输到客户端后,再从内存中解压,并提取二进制文件载入 3 维场景的方法。实际操作中,以 ZIP 格式进行压缩,压缩比在 40% 左右。数据到达客户端后,再以控件中包含的 XZIP 源代码

进行解压,并提取二进制文件。

3.3 结果分析

比较单机模式,互联网可以跨越空间上的限制。若配合以3维仿真的形式,则广大国内外游客就可以轻松的漫游奥林匹克公园及周边环境,甚至可以使更多的无法前来的人们也能欣赏2008年北京奥运场馆建筑、千年步道以及森林公园区等景观。另外,对观众、运动员、裁判和组织者来说,其用途还包括赛场环境熟悉和路线的网络虚拟演练等。

虚拟北京奥林匹克公园系统3维场景效果图见图4。同时,对于关注的场景加载时间问题,由于在互联网环境中,请求服务器发送的3维场景文件大小均在5MB左右,因此,虽然网络传输时间根据带宽的不同会有所波动,但对大多数下行速度为128kByte/s的用户来说传输时间均能保持在1min以内。数据到达客户端后,初始化工作时间相当短,用户能立即浏览3维场景。总的来看,依据本文提出的系统分析与设计建立的3维场景发布与浏览系统能够满足大多数网络3维图形应用的要求,具有广阔的应用价值。

宣传等方面的需求,本文着重从虚拟奥林匹克公园系统的网络发布方面进行了系统性的研究,并取得如下成果:

(1) 应用数据服务层、中间层与表示层等三层模型结构搭建整个系统架构;

(2) 结合功能需求,解决了虚拟奥林匹克公园网络发布系统的相关技术与方法;

(3) 实现了动态模型加入、数据库查询、结合DEM计算等功能,不仅增强了场景的真实性,而且扩展了连接目标信息数据库的功能;

(4) 提出了将场景文件先进行分包压缩、传输,然后在客户端进行解包合成场景的方法,从而明显提高了文件传输与载入的速度。

应用结果表明,该系统在文件大小、图形渲染质量、渲染速度、造型技术、数据的压缩与优化以及提供的交互性等方面,均得到较满意的结果,能够为广大国内外游客以及参加2008年北京奥运的运动员与裁判等提供服务。

但面向网络的3维仿真应用毕竟处于一个正在发展的阶段,该方案还需在深化开发的过程中不断完善。

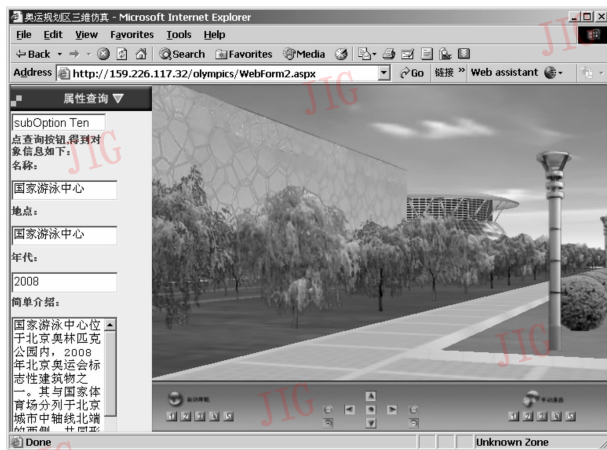


图4 系统显示的虚拟国家游泳中心3维图

Fig.4 Virtual national swimming center 3D image in system

4 结论

随着显卡性能和互联网带宽的提高,互联网上3维仿真技术的需求越来越大。为了服务于北京2008年奥运会的总体规划设计、指挥决策以及旅游

参考文献 (References)

- 1 Wang Quan ke, Liu Yue. Practices of 3D dynamic cartographic visualization based on VRML[J]. Journal of Image and Graphics, 2001, 6(3):291~295. [王全科,刘岳. VRML在3维动态交互地图可视化中的实践[J]. 中国图象图形学报,2001,6(3):291~295.]
- 2 Overview of X3D Profiles and Conformance[EB/OL]. <http://www.web3d.org/about/overview/>, 2006-3-23/2006-5-16.
- 3 CurrentRelease[CP/OL]. <http://www.openscenegraph.org/>, 2005-11-10/2006-2-16.
- 4 Hoppe H. Progressive mesh [A]. In: Proceedings of ACM Annual Conference Series, SIGGRAPH[C], New Orleans, Louisiana, USA, 1996:97~108.
- 5 Hoppe H. View-Dependent refinement of progressive meshes[A]. In: Proceedings of ACM Annual Conference Series, SIGGRAPH[C], Los Angeles, California, USA, 1997:189~198.
- 6 Garland M, Heckbert P. Simplification using quadric error metrics [A]. In: Proceedings of ACM Annual Conference Series, SIGGRAPH[C], Los Angeles, California, USA, 1997:209~216.
- 7 Garland M, Zhou Y. Quadric-based simplification in any dimension [J]. ACM Transactions on Graphics, 2005, 24(2): 209~239.