

可视化资源网格化方法

王晓华¹, 张田文¹, 柴旭东²

(1. 哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150001; 2. 北京仿真中心, 北京 100854)

摘要: 为提高可视化资源的使用效率, 提出一种可视化资源网格化方法。研究网格环境下可视化资源共享的体系结构和工作模式以及可视化资源服务化封装方法。可视化服务利用帧缓存捕捉可视化程序运行屏幕并保存为图像文件, 通过 Web 服务器传送到远程的客户端显示。用户通过客户端向可视化服务提出请求, 该请求被封装为 XML 格式文件, 包含可视化任务执行所需参数描述信息。以虚拟样机可视化虚拟环境的网格化为例, 验证了该方法的有效性。

关键词: 资源共享; 可视化; 网格服务

Gridding Method for Visualization Resource

WANG Xiao-hua¹, ZHANG Tian-wen¹, CHAI Xu-dong²

(1. School of Computer Science & Technology, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001; 2. Beijing Simulation Center, Beijing 100854)

【Abstract】 In order to improve the utility of visualization resource, a gridding method for visualization resource is proposed. The architecture and work mode of visualization resource sharing on grid and the method for encapsulating visualization resource as a grid service are researched. The visualization service is used to capture the screen of visualization application which is saved as an image file with frame buffer, and it is transported to the remote client by Web server. The request from user which is encapsulated as XML file and includes the parameters of visualization task is sent to the visualization service by client. An application example of gridding of virtual environment for virtual prototyping is proposed to illuminate the validity of this method.

【Key words】 resource sharing; visualization; grid service

1 概述

科学计算可视化、视景仿真和虚拟现实等可视化应用需要专用的图形绘制软、硬件资源, 开发和使用的成本较高。可视化资源的使用和分布一般存在不均衡性, 高性能的可视化资源通常只有少数大企业和研究机构才能配备, 中小企业多采购较为廉价的可视化设备。同时, 大企业中昂贵的可视化资源往往不能得到充分、有效的利用。

可视化资源共享是提高可视化资源使用效率的一种有效方法。可视化资源共享问题在协同可视化和远程可视化等研究领域曾有涉及, 一般采用远程绘制方法, 读取图形加速卡帧缓存中的可视化绘制结果, 然后传送到客户端显示^[1]。但其采用的是静态的连接方式, 用户需要事先知道相应的共享可视化资源的地址, 在可视化资源共享的广泛性和方便性方面尚存在不足。

近年兴起的网格计算技术主要用以解决资源共享和协作问题。相对于基于Web的远程可视化, 网格提供了一个更为统一的资源共享和使用的平台^[2]。因此, 网格计算与可视化技术相结合为可视化资源共享问题提供了新的研究途径。

欧洲CrossGrid在Globus的基础上开发了一个网格可视化中间件Grid Visualization Kernel(GVK)^[3]。文献[4]研究了基于Globus的网格可视化系统jgViz, 可以透明访问并行图形绘制管线, 并实现了网格资源的即插即用。文献[5]扩展了GVK, 基于标准视频技术, 实现了网格环境下大数据集可视化的交互式视频模块GVid。LBNL/NERSC基于Globus开发了VisPortal, 通过一个网格化的Web端口界面使用网格资源, 提供远程和分布式可视化服务^[6]。文献[2]研究了基于Java的面

向网格可视化原型系统GVis。文献[7]研究了基于网格的Web可视化系统, 实现了对数值天气模型产生的数据集的可视化。但是, 上述面向网格的可视化研究没有讨论网格环境下可视化资源共享的通用方法。本文提出一种可视化资源网格化模型, 并研究了可视化资源网格服务封装方法。

2 可视化应用绘制流程

可视化是指利用计算机图形学和图像处理技术, 将数据转换成图形或图像在屏幕上显示, 并进行交互处理的理论、方法和技术。科学计算可视化和虚拟现实等可视化应用大多基于OpenGL绘制, 其图形绘制流水线如图1所示。

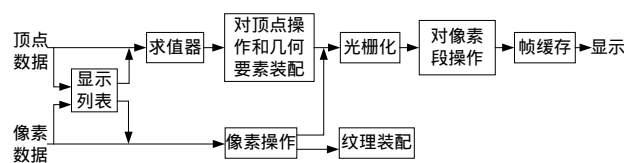


图1 OpenGL 绘制流水线

几何模型数据和纹理数据经过顶点计算、纹理装配和光栅化等一系列操作, 生成图像, 存储在图形加速卡的帧缓存中, 帧缓存中的一个单元和显示器的像素是一一对应的。因此, 可以考虑由网格上的高性能可视化资源根据用户提交的可视化任务描述, 完成相应的可视化图形绘制任务, 然后读

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2004AA104330)

作者简介: 王晓华(1971-), 男, 博士研究生, 主研方向: 视景仿真, 虚拟样机, 网格计算; 张田文, 教授、博士生导师; 柴旭东, 研究员、博士

收稿日期: 2007-03-10 E-mail: wangxh1101@yahoo.com.cn

取帧缓存中的可视化绘制结果,存储为图像文件,利用网络传送到用户的客户端显示。

OpenGL 帧缓存包括多种不同类型:颜色缓存,深度缓存,累加缓存和模板缓存。读取帧缓存需要先根据 OpenGL 函数 `glGetIntegerv()` 确定图形窗口的位置和尺寸,然后利用函数 `glReadPixels()` 读取帧缓存,默认为后台颜色缓存。

3 可视化资源网格化模型

3.1 可视化资源信息模型

可视化资源信息模型描述可视化资源的基本属性和功能,是实现信息共享、资源发现和评价的基础。可视化资源信息模型可用一个包括基本属性、功能和资源相互关系的三元组表示:

$VisResource = \{BaseProperty, FunProperty, RelProperty\}$

其中, `BaseProperty` 为资源基本属性,包括资源物理参数(CPU、图形加速卡、内存等)、状态信息、地域信息、归属信息和历史协作信息等; `FunProperty` 为资源功能属性,描述可视化资源的主要功能,如科学计算可视化或视景仿真等; `RelProperty` 为资源关系属性,描述资源之间的协作关系,如并行完成可视化任务等。

3.2 工作模式

可视化应用一般需要较大的计算量,可以利用网格上的高性能可视化资源完成可视化任务,然后将结果图像传送到用户的客户端显示。这样,客户端只完成结果图像的显示,无需专用的软、硬件资源,对客户端的软硬件要求将大大降低,易于实现异地多用户的协同设计和分析。可视化资源共享的工作模式如图 2 所示。

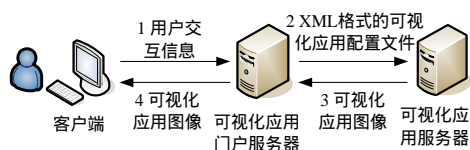


图 2 可视化资源共享工作模式

(1)用户通过 Web 浏览器访问可视化应用服务门户,设置可视化应用参数。以虚拟环境为例,主要是三维场景运行信息,包括地形文件、运动实体几何模型文件,模型驱动方式、海洋参数、三维路径参数等。(2)可视化应用门户服务器基于 JSP 等动态网页技术响应客户端的请求,用户的操作结果在门户服务器上存储为 XML 格式的可视化应用配置文件,并将该配置文件传送到可视化应用服务器。(3)可视化应用服务根据配置文件,利用网格中间件查找相应的模型资源,完成相应的可视化任务,并绘制到图形加速卡的帧缓存中。(4)可视化应用服务捕捉帧缓存中的三维场景图像,并保存为图像文件,传回可视化应用门户服务器,门户服务器将场景图像传送到客户端显示。

3.3 体系结构

面向网格的可视化资源共享可分为 4 层结构:可视化资源层,网格中间件层,可视化应用服务层和可视化应用网格门户层,如图 3 所示。

(1)可视化资源层。提供网格调度使用的各种可视化资源,包括科学计算可视化工具、视景仿真驱动软件和图形绘制硬件等。

(2)网格中间件层。完成可视化服务的部署、注册、调度、服务发现等网格资源管理功能。

(3)可视化服务层。响应可视化应用门户的任务请求,利用可视化网格资源完成具体的可视化任务。其中,可视化任务解析服务负责解析 XML 格式的可视化任务描述文件,并调用其他可视化服务完

成可视化任务。

(4)应用门户层。接收用户的交互信息,生成可视化任务描述文件,向用户显示可视化任务执行结果。

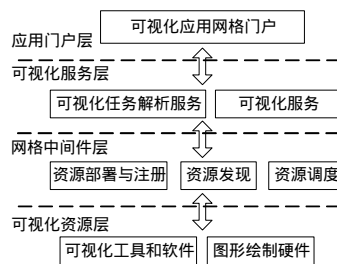


图 3 可视化资源共享体系结构

4 可视化资源网格服务化

4.1 可视化资源网格服务封装

可视化资源网格服务化是将可视化资源封装为统一、规范的形式部署在网格中,提供给用户访问和使用。可视化资源共享是一种典型的网格问题,即在动态、可扩展的虚拟组织中控制协调资源共享和使用。可视化资源网格服务封装主要包括以下内容。

(1)服务定义

可视化服务可分为服务框架和管理接口 2 部分,其形式化定义如下:

$VGService = \langle Service\ Frame, ManageInterface \rangle$

其中,服务框架是实现网格服务的基础,采用 GT3 网格服务作为资源服务化规范;管理接口对网格服务的执行进行管理的工作,负责服务的迁移、暂停、继续和停止等情况下的管理工作。

(2)服务开发

可视化网格服务开发可在 Globus 提供的网格服务框架下进行。可视化应用大多采用 C、C++ 语言开发实现,但 GT3 网格服务的开发使用 Java 语言。因此,将可视化应用的功能模块封装为 GT3 服务之前,先要解决跨语言调用问题^[8]。本文采用 JNI(Java Native Interface)技术解决该问题。

(3)服务部署和注册

服务部署是指将开发的网格服务部署到服务容器中,GT3 提供 GT3 Container 和 Tomcat 两种服务容器,本文采用 Tomcat。网格中间件采用中科院计算所开发的织女星网格操作系统 Vega GOS(Vega Grid Operating System)。Vega GOS 能够对 Web Service 和 Grid Service 等多种服务形式的资源进行管理,其“资源路由”实现资源的注册和管理。

(4)服务访问

GT3 使用网格服务句柄 GSH(Grid Service Handle)实现对服务的访问。在 Vega GOS 中,以具有语义的字符串作为资源的虚拟地址,实现资源的虚拟化,解决了系统的单一映像问题,具有相同接口的多个物理资源可以映射到相同的虚拟资源。使用虚拟地址对服务进行访问时,Vega GOS 首先将虚拟地址映射为 GSH,再根据 GSH 对服务进行访问。

4.2 任务队列

任务队列描述了可视化资源上的可视化任务执行情况,包括正在执行和计划执行的任务信息。任务描述信息包括任务 ID、任务名称、计划起始时间、计划完成时间、实际起始时间等。队列中的可视化任务根据优先级排队执行。

5 应用实例

仿真网格是一种新型的分布式建模与仿真系统,主要研

究各类建模、仿真资源的动态共享、重用和互操作，以及仿真系统的动态优化调度与运行。

虚拟样机可视化虚拟环境(Collaborative Simulation platform-Virtual Environment, COSIM-VE)是一个单机版的视图仿真软件，为虚拟样机提供仿真运行时的可视化支持。主要完成虚拟环境的快速构造和驱动显示，包括陆地、海洋(动态海面、海下和海底)、天空和雨雪等自然环境。基于本文提出的可视化资源共享方法，对COSIM-VE进行了网格服务化，为仿真网格用户提供三维场景显示功能。

5.1 COSIM-VE 网格服务化

网格服务化是将系统的功能按模块进行划分，并封装为一系列网格服务，供用户访问和调用。网格服务化的COSIM-VE(COSIM-VE-G)的体系结构如图4所示，主要包括以下4个部分：(1)COSIM-VE-G应用门户接收用户的交互控制信息，显示三维虚拟场景画面和虚拟样机的运动过程。(2)虚拟环境服务层封装了COSIM-VE的核心功能模块，包括场景数据管理、场景特效、HLA接口和多体动力学可视化等。(3)网格中间件采用Vega GOS。(4)可视化资源包括三维场景实时绘制软件OpenGVS、分布式交互仿真中间件HLA/RTI和图形绘制硬件。

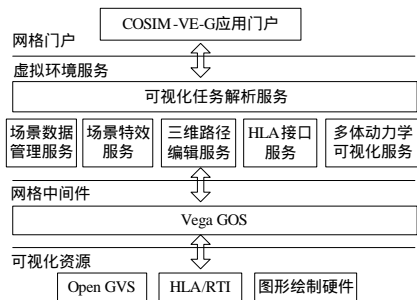


图4 COSIM-VE-G 体系结构

5.2 仿真实验

COSIM-VE-G采用VC++ 6.0, OpenGVS 4.3和DMSO RTI 1.3v5开发实现。虚拟场景服务器为Windows 2000操作系统，HP xw6200工作站(3.6 GHz Xeon处理器、4 GB内存、NVIDIA Quadro FX3400 256 MB显存图形加速卡)安装Vega GOS和Tomcat。COSIM-VE-G门户服务器为Windows 2000

(上接第264页)

个偏置结点)，训练采用带动量项的速率渐小学习方法。两种方法使用相同的学习集和测试集。测试对比见表2。

表2 AP SO与BP网络换挡测试对比

	正确档位数	正确率(%)
APSO	246	98.4
BP网络	241	96.4

粒子群规则提取法的正确率比BP略高，由于车辆换挡规律在某些边界处并不是严格的“非此即彼”，因此这两种方法在实际应用中应当都是可行。但粒子群规则提取可以将换挡规则用一组条件语句清楚地描述出来，这对于分析换挡规律的本质特征和变化规律，无疑是一个优势。

5 结束语

在自动变速器换挡规则的研究领域中，基于人工神经网络的规则获取方法是一个重要途径，但神经网络的“黑箱”模型存在一个重要缺陷，其输入输出之间的映射关系通过网络结点间复杂的联接来描述，无法用一个表达式显式地表示。

操作系统，安装Vega GOS, Apache和Tomcat。

在仿真网格环境下，进行了某航天复杂产品xxx虚拟样机协同仿真。仿真联邦包括4个成员：虚拟样机动力学模型，虚拟样机控制系统模型，COSIM-VE-G和仿真运行管理器。仿真运行管理器负责创建和监控仿真联邦的运行。COSIM-VE-G作为三维场景显示成员加入仿真联邦，接收仿真模型输出的6自由度数据，驱动虚拟样机模型在三维场景中运动。COSIM-VE-G在服务器端运行，捕捉三维场景图像并通过门户服务器传送到仿真网格客户端显示。

6 结束语

可视化资源共享是提高可视化资源使用效率的有效方法。本文提出一种可视化资源网格化方法，实现了可视化资源共享，提高了可视化资源的使用效率，降低了可视化系统的构建和运行成本。

参考文献

- [1] Grimstead I J, Walker D W, Avis N J. Collaborative Visualization: A Review and Taxonomy[C]//Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Distributed Simulation and Real-time Applications. Montreal, Canada: [s. n.], 2005: 61-69.
- [2] 石教英, 赵友兵, 仇应俊, 等. 面向网格的可视化系统研究[J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(12): 2231-2236.
- [3] Kranzhnuller D, Heinzlreiter P, Volkert J. Grid-enabled Visualization with GVK[C]//Proc. of the 1st European Across Grids Conference. Santiago, Spain: [s. n.], 2003: 139-146.
- [4] Fewings A J, John N W. Distributed Graphics Pipelines on the Grid[J]. IEEE Distributed Systems Online, 2007, 8(1): 171-178.
- [5] Polak M, Kranzhnuller D. Interactive Videostreaming Visualization on Grids[J]. Future Generation Computer Systems, 2008, 24(1): 39-45.
- [6] Bethel W, Siegerist C, Shalf J, et al. VisPortal: Deploying Grid Enabled Visualization Tools Through a Web-portal[C]//Proceedings of the 3rd Annual Workshop on Advanced Collaborative Environments. Seattle: [s. n.], 2003.
- [7] 韩伟杰, 张文, 李晓梅, 等. 基于网格的Web可视化系统设计与实现[J]. 计算机工程, 2006, 32(23): 218-220.
- [8] 邱彦强, 柴旭东, 李伯虎, 等. HLA/RTI网格化与以模型为中心的分布仿真互联模式研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(4): 504-510.

本文利用粒子群在解空间内快速搜索最优解的能力，将解编码视为粒子，以提取各档位的内在规律，并将其用一组条件规则语句表示出来，这就给进一步分析不同条件下车辆换挡规律的变化带来了便利。

参考文献

- [1] 秦贵和, 葛安林, 魏达, 等. 电控自动变速器档位决策神经网络方法[J]. 兵工学报, 1997, 18(1): 80-83.
- [2] Eberhart R C. Particle Swarm Optimization[C]//Proc. of IEEE International Conference on Neural Networks. [S. l.]: IEEE Press, 1995: 1942-1947.
- [3] Freitas A A. A Survey of Evolutionary Algorithms for Data Mining and Knowledge Discovery[M]. [S. l.]: Springer-Verlag, 2002: 819-845.
- [4] Tiago S, Arlindo S, Ana N. Particle Swarm Based Data Mining Algorithms for Classification Tasks[J]. Parallel Computing, 2004, 30(5/6): 767-783.

