

宽广视野虚拟环境漫游的设计与实现

王 炜, 徐 玮, 崔忠辉

(国防科技大学 信息系统与管理学院系统工程系, 湖南 长沙 410073)

摘 要:探讨了宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游的系统结构和若干技术问题。系统使用多台微机及配套图形卡构成集群并行渲染,使用MPI(message passing interface)构成消息递送环境,使用开放源码的OGRE(open graph rendering engine)三维图形引擎进行场景渲染。实验证明系统开发成本低、效果满足应用需求,可广泛用于训练模拟、飞行再现、虚拟战场环境等视景仿真领域。

关键词:虚拟环境; 漫游; 集群; 并行渲染; 宽视野; 同步

中图分类号:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7024(2007)09-2107-04

Design and implementation of virtual environment wandering in wild field of view

WANG Wei, XU Wei, CUI Zhong-hui

(Department of Systems Engineering, College of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The design and implementation of immersive 3D virtual environment wandering system in the wild field of view is discussed. The clustered parallel rendering system consists of multiple PCs and the assorted graph accelerating cards, which uses MPI as the message passing platform and open source OGRE (open graph rendering engine) as the 3D rendering engine. Experiments demonstrated that this cost-effective and satisfying solution is expanded and applied in many visual simulation fields, such as simulative training, flight reappearance, virtual war field environment and etc.

Key words: virtual environment; wandering; clustering; parallel rendering; wide FOV; synchronization

0 引 言

视景仿真在三维场景模型基础上,通过实时的三维图形渲染,逼真地模拟重现真实世界或虚拟构造不存在的幻想世界。用户不必到现场就能身临其境地在计算机生成的模拟场景中全方位地自由漫游并感受现场环境。这类系统在很多领域都有广阔的应用前景,例如,虚拟环境漫游、建筑物内漫游、模拟驾驶、飞行再现等。

为提高仿真场景漫游的沉浸感,目前有两类发展趋势(如图1所示):一是提高单个图形渲染输出通道的视野范围,例如改变平面显示屏纵横比,或从平面投影改为凹弧面投影来

加大视野范围^[1]。

另一种是通过多图形渲染通道并联,使用多显示器或投影仪拼接成一个更宽广视野范围的三维场景^[2]。不同模式对应不同应用需求背景。前者适合移动场合,后者在指挥所或演示大厅等固定场合有着极强的前景。

沉浸感系统在三维图形实时渲染时面临高强度计算性能的挑战,需要强大的图形发生器硬件支持。此外,三维模型建模的复杂度还必须在实时渲染和细节逼真模拟程度之间较好地平衡。如果是多通道联合的拼接模式,还必须有多图形通道提供对并行渲染的支持。实时三维仿真一般用高档图形工作站,例如SGI Onyx2,本身就提供多个图形通道输出和并行同步渲染能力,但这类系统非常昂贵,难以推广。近年来,基于PC机集群^[3,4]的并行计算技术发展迅速,为多图形通道并行渲染同步输出的宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游系统提供了低成本方案设计的可能性。国内也有不少研究进行了有益的尝试和探索。如浙江大学的校园漫游系统^[5];西南交通大学的多通道列车驾驶视景仿真系统^[6];同济大学实现的通用多投影仪拼接显示方案^[7];华中科大的清江流域场景沉浸实时漫游系统^[8]等。



(a) 单通道输出系统

(b) 多通道拼接系统

图1 沉浸感投影系统

收稿日期: 2006-04-22 E-mail: weiwang@nudt.edu.cn

作者简介: 王炜(1973—),男,陕西宝鸡人,博士,副教授,研究方向为多媒体与虚拟现实、虚拟仿真; 徐玮,男,博士研究生,讲师,研究方向为多媒体与虚拟现实、虚拟仿真; 崔忠辉,男,硕士研究生,研究方向为虚拟仿真。

借鉴上述系统在研发时的经验与教训,采用 MPI 消息递送环境和 OGRE 开源三维图形引擎为核心,效率更高成本更低地自主设计并实现了一个基于 PC 集群分布并行渲染的开放式宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游内核,并运用于静态三维地形的漫游应用,实践证明效果良好。与上述类似功能的系统相比,本文设计实现的特点在于采用 MPI 作为高效消息递送环境,采用开源的 OGRE 引擎作为三维平台,在此基础上实现了开放可扩展的系统模块设计,只要更换相应的场景模型,简单配置后就可不加修改地移植到其它相关应用中,具有很好的伸缩扩展性,方便推广。

本文讨论开放式宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游内核的设计与实现。首先是问题的引出部分,介绍了相关概念和发展现状,其次讨论宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游系统的思想与结构,然后讨论三维图形渲染的多视点分配和节点同步设计,接着给出实验结果与分析,最后小结。

1 系统结构

1.1 基本思想

三维场景漫游应用要想让用户得到逼真的沉浸感,就必须提供宽广的视野范围。多通道并行渲染的基本思想是由多个图形发生器联合生成无缝拼接的宽广视野三维场景,其中每个节点负责实时渲染宽广视野范围内全部场景中的部分指定场景。在不同节点需要同步渲染的指定部分场景之间空间上存在连续相关性。

各个节点的渲染结果按帧同步方式输出到按照次序放在一起的显示器或投影上,拼接构成视景仿真中一个完整的宽广视野场景输出。直观起见,假设宽广视野的场景显示输出是虚拟三维环境中某个位置上放置的广角虚拟摄像机的观察结果,这个虚拟摄像机的位置随着用户的输入在三维环境中任意移动,对从这台摄像机视角观察得到的宽广范围场景进行实时渲染就产生了最终的漫游效果。

三维场景渲染的一般实现是:设置一台虚拟摄像机的位置、观察角度以及视锥体的距离和长宽高比例,通过透视投影计算,得到与视线方向垂直的投影面上的二维帧画面。但能和人眼习惯的观察结果匹配的这样一台广角摄像机是不存在的。根据对人眼视野的测定,最佳水平视域一般不超过 60° 夹角,在垂直方向的视角一般不大于 45° 夹角。如果将摄像机的视锥体按照宽广视野范围直接进行广角设置,只能得到人眼感觉严重变形的透视投影画面。

因此考虑在三维虚拟环境中设置多台关联的常规虚拟摄像机来模拟这个只是在逻辑上存在的广角虚拟摄像机,并把它们分配给不同的渲染计算机节点。除了得到宽广视野场景以外,这种思路也改善了计算复杂度问题。每台虚拟摄像机对应一个计算节点,渲染的计算负载得到了有效分散。因此在硬件性能不变的前提下可应用更精细的三维场景模型。

1.2 系统框架

(1) 结构设计

系统采用柱面投影模型。假定待输出的宽广视野场景投影在圆柱面的内侧面上。视域垂直方向夹角 45° 左右,水平张角从 60° 到 360° 动态可变。达到 360° 时,构造的就是环幕全景

效果。多台虚拟摄像机的视线方向在同一水平面上,两两相邻的摄像机间保持相同的水平夹角,各虚拟摄像机的视线方向延长线交于圆柱轴线中心点上。

水平夹角值取决于应用需要的宽广视野范围和使用的渲染计算机节点和虚拟摄像机的数目,作用是使得相邻摄像机的视锥体在垂直方向上无缝邻接,该夹角不超过 60° ,否则增加渲染节点和对应虚拟摄像机的个数,每个摄像机视锥体垂直方向夹角控制在 45° 左右。

由于人机交互的运算量与渲染或通信开支相比极小,方便使用和降低成本起见,不采用专门的人机交互控制节点。系统中每个渲染节点和相应虚拟摄像机有一个惟一的编号。任何一个渲染节点都可充当输入控制节点,但特定时刻的当前输入控制节点仅有一个,节点之间采用主一从式并行计算模式。

基于 MPI 集群松耦合模式的分布并行渲染系统的通信效率是系统瓶颈,渲染主一从节点间的通信速度相对小于图形渲染速度,因此采用粗颗粒度并行渲染的驱动模式。每个计算机节点上都配置全部的场景数据,并运行相同的程序。输入控制节点根据用户输入确定当前主控摄像机的实时方位,并把主控摄像机编号和方位变动等相应数据广播给其它渲染节点。其它节点接受来自输入控制节点的数据,据此计算出本地随动摄像机的方位后驱动本地渲染模块。不同节点的用户通过单击鼠标右键申请漫游控制权,控制权切换后通知网络中所有参与渲染节点,主控摄像机和输入控制节点已经发生改变,所以摄像机的随动关系计算也随之改变。

如图 2 所示,演示系统由局域网、 n 台 PC (n 可变) 渲染节点和显示器或投影显示设备组成。网络设备实现节点间的通信连接。每台 PC 在有控制权时成为输入控制节点,接受用户输入的漫游控制信息,通过网络发布主控摄像机视点位置等信息,并接受其它节点的状态切换请求。每台 PC 负责一路摄像机通道的数据计算处理及图形输出。

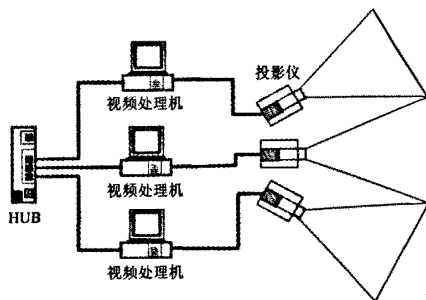


图 2 系统结构

(2) 过程描述

为减轻系统实现的复杂程度,基于 MPI 消息递送环境和在 OpenGL 以及 DirectX 基础之上的 OGRE 开源三维图形引擎实现渲染节点的内部逻辑。节点内部的系统功能集成层次结构如图 3 所示。控制台调度程序实际上是独立存在的,由 MPI 环境提供,负责在宽广视野的范围变化或渲染节点的个数变化时重新配置系统上下文环境,通知并启动节点运行。

节点内部功能的编程实现采用模块化结构设计。由于建

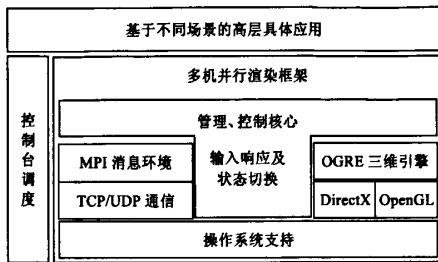


图3 节点内部模块集成层次

立在系统集成基础上，图3所示功能模块并不需要全部自行实现。从编程实现角度看，关键的核心模块是输入响应、状态切换、管理及控制核心模块。OGRE渲染引擎和MPI通信模块只是对相应SDK平台的API函数调用。

核心控制模块首先判断所在节点状态。如果是主控状态，继续判断是否从网络上收到控制权切换通知。如果是，改变状态并记载新的主控摄像机编号；否则继续判断用户是否执行了退出操作，如果执行退出，通知所有其它受控节点，等待所有退出节点确认后主控节点退出；如果未执行退出操作，从鼠标、键盘读取用户漫游输入，通过视点计算转化为主控摄像机的位置变化量，然后调用MPI通信模块将信息发送给其它受控节点，在收到受控节点的确认反馈后继续执行，调用OGRE三维渲染引擎完成主控摄像机视角的本地渲染。封装的OGRE渲染模块对场景绘制模块要处理的场景数据进行预处理，根据摄像机的视点位置判断要对哪些场景中哪些数据进行处理，将这些数据调入内存，然后对其进行渲染。

如果是受控状态节点，首先判断用户是否提出了控制权申请，如果是，切换主控节点状态，并调用MPI通信模块通知所有其它节点；否则查看MPI通信模块收到的信息。如果是其它节点发出控制权切换通知，就改变主控摄像机的编号；如果是主控摄像机发出的退出通知，发出确认反馈后退出系统；如果是主控摄像机的方位改变信息，每个节点依据配置好的摄像机间空间关系独立计算本地受控摄像机的方位，计算完毕后向主控节点反馈准备就绪消息，然后调用OGRE三维渲染引擎完成本地摄像机视角的渲染。

2 系统实现的关键点

2.1 虚拟摄像机的方向和视野分配

多机并行渲染关键问题之一是多显示区域边缘处的拼接，无断裂和重叠的精确拼接需要根据主控摄像机的编号和方位精确计算每个渲染节点的虚拟摄像机位置和方向。由于多个节点渲染摄像机模拟的是一个逻辑上的广角摄像机，因此所有渲染摄像机的视点中心位置点是相同的，需要计算的是给定渲染节点、虚拟摄像机个数和宽广视域范围前提下各摄像机的视线方向和视野，以保证相邻摄像机摄像机台锥体的棱线是重合的。

根据漫游应用的实际需要，可假定摄像机只在与xoz面平行的平面内移动和旋转。移动过程中高度坐标可变，但不发生俯仰偏转。即摄像机视线方向始终与地面平行，且只有

关于y轴的旋转。

假定待渲染显示的宽广水平视域角度为 ω （ ω 为360°时是环幕），摄像机个数（即屏幕个数）为 n ，每个屏幕分辨率纵横比为 R 。将摄像机台锥体的纵横比也设为 R ，这样显示屏与摄像机的二维投影画面匹配，显示屏将成比例显示摄像机的完整画面，不会发生失真变形。

视域切分示意图如图4所示。

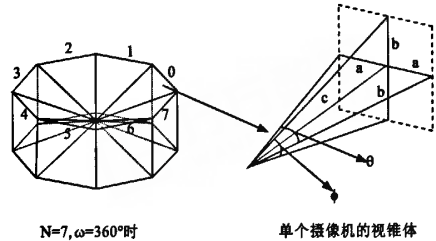


图4 视点分配计算

其中： θ 和 ϕ 分别为单个相机的水平视域和垂直视域张角， $\theta = \omega/n$ 。由图4可知

$$\operatorname{tg}(\theta/2) = a/c, \operatorname{tg}(\phi/2) = b/c$$

则：

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\theta/2)/\operatorname{tg}(\phi/2) &= (a/c)/(b/c) = a/b \\ \Rightarrow \operatorname{tg}(\phi/2) &= \operatorname{tg}(\theta/2) * b/a = \operatorname{tg}(\theta/2) * (1/R) \\ \Rightarrow \phi &= 2 \arctg(\operatorname{tg}(\omega/2n) * (1/R)) \end{aligned}$$

即摄像机的垂直视域张开角度 $\phi = 2 \arctg(\operatorname{tg}(\theta/2) * (1/R))$ 。设定摄像机的垂直视域为 ϕ ，其相应的水平视域相应的为 θ 。如取左边第一摄像机为中心，则其于 $n-1$ 个摄像机对应的旋转量 $\theta, 2\theta, 3\theta, 4\theta, \dots, (n-1)\theta$ ；如取其余的任一为中心，则如图4所示，根据相对位置取相应的旋转量。

为避免网络数据丢失、超时或错位造成的某些摄像机移动而其它摄像机未动等拼接错误，选取有控制权节点的摄像机为主控摄像机，其余的根据相应的旋转量进行随动。非主控节点首先收到主控摄像机的方位，然后根据随动摄像机与主控摄像机的相应角度对随动摄像机进行旋转，这样就实现了各个相机渲染场景间的完整拼接，即使出现单次错误，也会在下一个同步点重新同步上。

2.2 分布渲染的帧同步

多机并行渲染的另一个关键问题是分布待渲染的多帧间的时间同步问题，为了具有一致的视觉画面，要求多个分布节点必须同步调执行，同时渲染帧序列中的每一帧画面。由于不同节点软硬件环境可能不同，即使环境相同，也可能由于操作系统调度原因导致每帧渲染计算所需时间不同，所以仅仅靠主控节点发送命令给从节点执行而不等待反馈的开环控制模式显然是不行的，必须采用闭环控制的同步模式。即主控节点发送命令通知从节点开始渲染当前待同步的帧，然后主控节点启动自身的帧渲染计算，然后主控节点必须等待其它节点完成当前帧的同步渲染之后才能继续往下执行。

由于帧渲染时间远大于通信时间，为减小延迟，系统实现中受控的从节点不是等到本地渲染结束再发送反馈确认信号，而是一收到命令通知即向主控节点反馈，然后启动自身的渲

染,这并不会造成失去同步,如果受控节点提前结束本地渲染,它必须等待主控节点的下一个渲染命令才能进入帧渲染循环的下一步;同时因为受控方的反馈函数调用和渲染在同一个线程中实现,如果主控节点提前结束本地渲染,主控节点在发出下一个同步帧渲染命令后必须等待直到受控节点能够处理为止。

3 实验结果及分析

使用两台普通微机,一台笔记本,100 M 网络进行联网并行渲染实验。 ω 设为 100° , n 设置为 3, 纵横比 R 设置为 $3/4$, 各机器配置如表 1 所示。

表 1 系统配置

编号	CPU	内存	显卡	操作系统	底层三维 API
台式 PC	P4 2.0 GHz	1 G	GeForce2MX 显存 128MB	Win2000	DirectX9
台式 PC	P4 2.0 GHz	1 G	GeForce2MX 显存 128MB	Win2000	DirectX9
笔记本	P3 1.3 GHz	512 M	ATI9000 显存 64MB	WinXP	OpenGL

上述配置的系统在范例场景中漫游并行渲染的显示器截图如图 5 所示。结果表明,虽然 3 个节点使用的软硬件环境各不相同,但开放、可扩展的系统结构设计屏蔽了这些具体差异,多个通道间的渲染画面连贯,拼接良好,漫游时没有肉眼不连续感,达到了宽广视野三维虚拟环境沉浸式实时漫游的效果。

各节点准备就绪后再同步渲染的模式决定了运行时间的帧率取决于最低性能的节点。实现测试则达到了 35 帧/秒,完全满足应用要求。

由于计算时间与通信时间相比可以忽略,帧同步的延迟误差实际上取决于网络的通信延迟。统计测试表明基于 MPI 的通信和确认延迟最大为 0.41 ms,实际上这么短的时间延迟导致的 1~2 帧的时间滞后肉眼很难分辨,这与实际观察的效果完全吻合。取不同的 ω 值,使用 $n(2\sim7)$ 个节点,可以获得不同宽广视野范围的场景输出。由于场地限制因素,目前还未用多台投影仪构造 360° 环幕效果的虚拟场景漫游,但显然系统具备这种扩展能力。



图 5 运行结果演示

4 结束语

本文在 MPI 消息环境和 OGRE 渲染引擎集成基础上,低成本地实现了基于 PC 集群的大地形场景并行绘制和多通道渲染拼接输出,较好地解决了宽广视野三维虚拟环境沉浸式漫游系统的处理速度和宽广视野复杂场景精细度之间的平衡问题,达到了令人满意的沉浸漫游效果,可广泛应用于训练模

拟、飞行再现、虚拟战场环境等视景仿真领域。

由于基于 MPI 消息计算环境, MPI 本身限制了多机并行渲染系统必须是静态结构,一旦配置完毕,在运行时间不能变更参数。但这种需求可能性极小,实际上对应用影响不大。

因每个节点渲染输出的是与视线方向垂直的平面上投影的二维图像,如采用弧幕或 360° 环幕柱面投影,俯视图实际上是用内接多边形来逼近圆,两个投影面接缝处会因为存在一个接近 180° 的夹角而导致图像拼接边缘变形^[1]。为解决问题,不能将多通道画面直接投影输出到弧幕或环幕上,而应该首先让每个通道的输出在垂直边缘有一定程度的重叠,然后对每个通道渲染后的结果使用边缘融合机进行实时柱面投影校正,消除图像变形,重叠部分进行混合运算消除明显的明暗变化。

更精细的工作还包括使用帧同步器来消除边缘融合机带来的帧延迟效应。我们在这方面已经做了一些工作^[12],篇幅所限,不在此深入讨论。

参考文献:

[1] Idaszak R, Zobel J, Richard W, et al. Systems, methods and computer program products for converting image data to nonplanar image data[P].United States:G06T 15/20,6104405, 2000.

[2] Jaynes C, Webb S, Steele R M. A scalable framework for high-resolution immersive displays [J]. The International Journal of Electrical and Technical Engineering Research, 2002,48(3):278-285.

[3] Humphreys, Eldridge G, Stoll M B I G. WireGL: A scalable graphics system for clusters [A]. Proceedings of SIGGRAPH [C].Los Angeles,USA: ACM Press, 2001.129-140.

[4] Bues M, Blach R, Stegmaier S, et al. Towards a scalable high performance application platform for immersive virtual environments[C].Stuttgart, Germany, Springer: Bernd Froehlich,Immersive Projection Technology and Virtual Environments proceedings of Euro graphics Workshop on Virtual Environments, 2001. 165-174.

[5] 杨建,石教英,林柏伟,等.PCCAVE:基于连网 PC 的廉价 CAVE 系统[J].计算机研究与发展, 2001,38(5):513-518.

[6] 苏虎,周美玉.高速列车模拟器的视景仿真与建模[J].系统仿真学报, 2001,13(5):588-591.

[7] 曹双喜,陈福民.多投影仪拼接显示的实现[J].计算机工程与应用, 2005,41(2):84-86.

[8] 徐永志,李利军.地形场景的并行绘制及多通道图形输出[J].计算机工程, 2005, 31 (8):175-176.

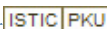
[9] 叶叠,仲梁维,罗云.基于 Vega/MultiGen 的三维仿真漫游系统的研究与实现[J]. 计算机工程与设计, 2005,26(2):362-364.

[10] 郭蓬松,殷宏,晏峰,等.基于 OpenGL 的飞机虚拟场景漫游系统的实现[J]. 计算机工程与设计, 2005,26(7):1938-1941.

[11] 兰培真,金一丞,邱志雄,等.船舶操纵模拟器环幕投影误差分析[J].系统仿真学报, 2004,16(4):752-780.

[12] 张恒.基于 PC 集群的 RealityCenter 设计与实现[D].长沙:国防科技大学硕士学位论文, 2005.

宽广视野虚拟环境漫游的设计与实现

作者: 王炜, 徐玮, 崔忠辉, WANG Wei, XU Wei, CUI Zhong-hui
作者单位: 国防科技大学, 信息系统与管理学院系统工程系, 湖南, 长沙, 410073
刊名: 计算机工程与设计 
英文刊名: COMPUTER ENGINEERING AND DESIGN
年, 卷(期): 2007, 28(9)
被引用次数: 2次

参考文献(12条)

1. Idaszak R, Zobel J, Richard W Systems, methods and computer program products for converting image data to nonplanar image data 2000
2. Jaynes C, Webb S, Steele R M A scalable framework for highresolution immersive displays 2002(03)
3. Humphreys Eldridge G, Stoll M B I G. WireGL A scalable graphics system for clusters 2001
4. Bues M, Blach R, Stegmaier S Towards a scalable high performance application platform for immersive virtual environments 2001
5. 杨建, 石教英, 林柏伟, 潘志庚 PCCAVE: 基于连网PC的廉价CAVE系统[期刊论文]-计算机研究与发展 2001(05)
6. 苏虎, 周美玉 高速列车模拟器的视景仿真与建模[期刊论文]-系统仿真学报 2001(05)
7. 曹双喜, 陈福民 多投影仪拼接显示的实现[期刊论文]-计算机工程与应用 2005(02)
8. 徐永志, 李利军 地形场景的并行绘制及多通道图形输出[期刊论文]-计算机工程 2005(08)
9. 叶叠, 仲梁维, 罗云 基于Vega/MultiGen的三维仿真漫游系统的研究与实现[期刊论文]-计算机工程与设计 2005(02)
10. 郭蓬松, 殷宏, 晏峰 基于OpenGL的飞机虚拟场景漫游系统的实现[期刊论文]-计算机工程与设计 2005(07)
11. 兰培真, 金一丞, 邱志雄 船舶操纵模拟器环幕投影误差分析[期刊论文]-系统仿真学报 2004(04)
12. 张恒 基于PC集群的RealityCenter设计与实现 2005

相似文献(10条)

1. 学位论文 蒋燕萍 虚拟环境漫游中的关键技术 2003

在虚拟环境中引入植物生成技术, 可把人造环境和自然环境有机地结合起来, 塑造出逼真的现实环境. 而虚拟环境实时漫游技术则为建筑CAD、环境设计、城市规划提供了方便有利的手段, 并为数字城市和虚拟社区提供了良好的解决方案. 该文的主要工作内容集中在以下四方面: 1、研究并改进植物建模算法, 生成三维的植物模型; 在研究目前植物建模常用算法的基础上, 结合迭代函数系统法(IFS)和L系统法提出了树木类植物的随机二叉三维递归模型. 2、研究并改进虚拟环境漫游算法, 加速虚拟环境的漫游; 该文通过真实感图形的绘制流程来评价目前虚拟环境漫游常用算法的优劣, 提出了相对较新的一种基于几何和图像混合简化方法的实时漫游算法. 3、虚拟森林交互设计和漫游系统的设计和实现; 利用VRML和C++开发了虚拟森林交互设计和漫游系统. 4、三维树木交互生成和漫游系统OpenGLTree的设计和实现. 利用OpenGL与C++Builder的紧密接口, 开发了三维树木交互生成和漫游系统OpenGL Tree.

2. 期刊论文 郝爱民, 赵沁平, Hao Aimin, Zhao Qinping 虚拟环境漫游引擎的设计与实现 -计算机工程与应用

2000, 36(12)

文章提出了一种较为通用的、与模型无关的虚拟环境漫游引擎框架结构, 给出了漫游引擎中输入映射、视点控制、碰撞检测与响应、地形匹配等关键技术实现方法.

3. 学位论文 蒋遂平 虚拟环境交互式漫游系统中绘制优化技术的研究 2000

虚拟环境交互式漫游系统需要以交互式帧率, 实时动态绘制用户在任意观察位置和任意观察方向上看到的场景图像, 由于表示虚拟环境模型的多边形数目通常远远超过目前图形系统以交互式帧率绘制这些图元的能力, 为此, 需要采用各种绘制优化技术, 在保证场景的图像不发生严重失真的前提下, 来减少需要系统绘制的图元数目, 达到适合人们视觉的交互帧率. 由于近年微机低端图形系统的计算和绘制能力的提高, 若能赋予相应的绘制优化技术, 则可在这类平台上实现虚拟环境漫游系统, 促进虚拟现实的普及应用. 论文对低端图形系统上的虚拟环境交互式漫游系统中的绘制优化技术进行了研究.

4. 学位论文 张号 基于多投影面环幕虚拟环境的自行车漫游系统的研究 2007

近年来, 随着PC性能的高速发展, 建立以PC集群驱动的多投影面沉浸式虚拟环境系统已经成为虚拟现实系统研究的热点. 但是, 对于虚拟环境下自然交互方式的研究尚不成熟, 存在着交互方式单一、交互感受不够自然等问题. 论文从多投影面环幕虚拟环境下自然交互方式的特点和需求出发, 开发出了基于多投影面环幕虚拟环境的自行车漫游系统. 该系统有较好的沉浸感、良好的通用性和可扩展性, 不但可以用于虚拟健身自行车, 而且可以用于划船模拟、飞行模拟等仿真系统. 基于多投影面沉浸环境的自行车交互系统是一种全新的应用, 是把虚拟现实技术应用于实际的一个有益尝试, 应用前景十分广阔. 全文的研究内容如下:

首先, 介绍了我们北京邮电大学虚拟技术中心已经搭建完成的五通道环幕虚拟环境的总体结构以及硬件环境. 该硬件环境是权衡了最终系统的整体性能、系统成本以及系统的可扩展性和可升级性的选择结果. 并针对于自行车虚拟漫游系统数据量大、实时性强的特点, 选择了基于Master/Slave 模式的系统软件体系结构.

其次, 论文研究了在多投影面环幕虚拟环境显示系统中最常遇到的问题和关键技术, 主要包括多投影面环幕画面的几何校正技术, 边缘融合技术, 同步显示技术以及通道间颜色均衡技术等。针对上述技术难题, 考虑到降低系统成本和环形显示屏幕等特点, 我们提出了一整套具有普遍适用性的软件实现方法。该方法在实际应用中较好地解决了以上关键技术问题。

再次, 对虚拟环境下自然和谐的人机交互技术进行了研究, 在我们已有的自行车仿真健身器系统基础上, 实现了基于单台PC机的自行车虚拟漫游系统, 该系统以虚拟自行车作为人机交互的工具, 综合运用了传感器技术、DSP控制技术、三维建模技术和串口通信原理等, 实现了人在虚拟场景中的漫游, 参与者在由单台计算机构造的虚拟场景中获得了类似在真实环境中骑车的体验。

最后, 论文提出了在多投影面环幕虚拟环境下自行车漫游系统的具体实现方案。我们采用了VTree软件作为虚拟漫游引擎的平台, 在程序中综合运用了串口通信接口技术、多线程技术、并行绘制技术、几何校正技术, 边缘融合技术等, 并融入了碰撞检测、虚拟声音、仿真飞跃等技术元素, 实现了具有良好沉浸感的基于多投影面环幕虚拟环境的自行车漫游系统。论文结尾展示了我们北京邮电大学虚拟技术中心自行车虚拟漫游系统的研究成果, 对全文进行了总结, 并对今后的工作内容和方向做出了展望。

5. 学位论文 [张蓓 虚拟环境漫游系统与人机交互技术的设计与实现](#) 1999

该文以北京航空航天大学校园为虚拟环境, 在微机平台上, 研究并实现了一个中等复杂程序、具有一定人机交互能力的建筑社区漫游系统。该文在SGI工作站上使用三维建模软件生成了场景数据库, 并在微机平台实现了对该数据库的管理, 文中着重讨论了得杂三维场景的实时绘制问题。论文分析了场景建模过程中常见的问题, 给出了社区漫游系统优化的场景数据库层次结构, 并采用了冗余数据库删减、纹理映射、多级LOD模型等多种消减场景复杂程度的技术。研究了场景的分块调度技术和地形的层次化技术, 提出了基于模型控制面的场景调度控制方法。该文以空间直线与多边形快速交算法为基础, 给出了碰撞检测算法和基于视线的虚拟实体选择方法及基于标准二维输入设备的虚拟实体选择方法, 并实现了对受限运动实体的操纵。通过对北航校园漫游系统的进一步抽象, 该文使用Visual C++5.0语言和图形软件开发包OpenGL实现了通用的、与模型无关的漫游引擎, 给出了通用漫游引擎中有关输入映射、视点控制、碰撞检测与响应、地形匹配、二维地图向导等关键技术的实现方法。

6. 期刊论文 [吴兰, 陈孝威, Wu Lan, Chen Xiaowei 使用三维技术制作虚拟环境自动漫游动画](#) -[计算机与数字工程](#)

2006, 34 (10)

利用计算机三维技术建立虚拟环境是三维技术的一个新的应用领域, 也是实时交互式漫游的参考方法之一, 使用3DS MAX软件将传统二维图纸中的设计转化为虚拟的数字环境, 能够全方位地、直观地给用户提供各种具有真实感的场景信息。

7. 学位论文 [孙庆杰 基于图象的虚拟环境漫游技术中的一些图象处理问题的研究](#) 1998

该文的工作主要是围绕着基于图象的虚拟现实技术中的一些图象处理问题进行了研究。该文提出了两个算法: 1) 提出了一种基于塔形结构的颜色融合算法, 并将该算法用于图象拼接, 从而制作了一些全景图; 2) 利用分块双三次Bezier插值 C^1 曲面的连续性和局部性, 提出了一种基于Bezier曲面插值的图象放大方法。另外, 该文在第五章给出了虚拟环境漫游时节点的组织与调度方法, 并给出了所使用的数据结构。

8. 学位论文 [漆驰 基于全景图的虚拟环境漫游](#) 2001

该文的研究工作是以基于图像的实时漫游算法为核心展开的, 研究内容主要包括: 1、对基于图像的绘制算法的研究现状进行了详细的考察和分析, 并给出完整综述。在此基础上分析了实现大规模复杂场景实时漫游的可行方案, 提出了以全景图阵列作为场景表示以实现虚拟场景漫游。2、对基于全景图阵列的漫游系统中建模算法所涉及的关键技术进行了深入的研究。在分析了各类图像匹配算法和摄像机标定算法的基础上, 提出了一种快速的全景图拼接算法。在分析了各类压缩算法的特性的基础上, 设计了适合于大规模场景建模的向量量化算法。3、设计了基于量化编码全景图的实时解压缩算法和实时图像生成算法, 并在此基础上设计了基于量化编码全景图阵列的实时漫游算法。该算法实现了在普通微机上的大规模复杂场景实时漫游。4、利用JAVA语言实现了VEB页面上的全景图环视浏览小应用程序。利用VC设计并实现了一个基于全景图阵列的虚拟环境漫游系统。该系统包括全景图拼接和场景建模以及虚拟场景漫游等功能。

9. 期刊论文 [祁超, 张红军 虚拟环境的构造及漫游系统设计研究](#) -[陕西师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2002, 30 (4)

分析了虚拟现实技术的原理、方法及目前研究的领域和现状, 探索了如何运用虚拟现实技术进行虚拟环境的构造和漫游系统的设计。设计了一个虚拟环境及在虚拟环境基础上完成的漫游系统。该软件系统分为4个子系统, 即输入子系统、全景图生成子系统、漫游子系统和输出子系统。应用结果表明, 该系统能对基于图像的虚拟现实环境进行构造并实现快速漫游。

10. 期刊论文 [董晶晶, 夏青, 游雄, 张伟, DONG Jing-jing, XIA Qing, YOU Xiong, ZHANG Wei 利用拾取技术实现虚拟场景漫游中的碰撞检测](#) -[测绘科学](#) 2009, 34 (4)

碰撞检测是实现虚拟场景漫游的重要组成部分。精确、实时的碰撞检测是提高场景漫游真实性, 增强用户沉浸感的重要手段。针对虚拟场景漫游常规检测方法算法复杂、计算量大的问题, 提出了利用OpenGL拾取机制来实现虚拟场景漫游中的碰撞检测。实践证明, 这种方法简单易行, 能够满足实际应用需求, 最后给出了算法加速的方法。

引证文献(2条)

1. [王锴, 高嵩, 吴超仲 多通道汽车驾驶模拟器视景仿真系统设计与实现](#) [期刊论文] -[交通信息与安全](#) 2009 (2)

2. [李娜, 王全玉, 刘昕 一种通用的分布式绘制系统的研究](#) [期刊论文] -[系统仿真学报](#) 2008 (z1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjgcysj200709039.aspx

授权使用: 北京信息职业技术学院(xxzyjs), 授权号: 99028e72-5c17-4836-8b5d-9e3801501ad0

下载时间: 2010年11月24日