

# 分形在开发分布式虚拟现实系统中的应用研究

## The Application Study of Fractal Model on Developing Distributed Virtual Realistic System

刘宇君 刘 鹏 (太原工业学院计算机工程系 山西太原 030008)

**摘 要:** 比较深入地分析和说明了传统的分布式虚拟现实(Distributed Virtual Reality, DVR)系统在几何模型上的不足之处以及分形模型在 DVR 系统中的应用价值。系统采用了三层 C/S 结构,并针对各层详细地设计了实现分形技术的方法,给出了基于分形模型的 DVR 系统的设计方案。与此同时,在客户端软件的功能实现中借助 Visual C++ .NET 平台成功完成了系统分形解码功能的开发,促进了这一经过改良的 DVR 系统的诞生。

**关键词:** 分形模型 几何模型 分布式虚拟现实系统 C/S 结构 设计方案

在分布式虚拟现实系统的分析和设计中,特别关注交互性,这就要求开发出的系统必须具有较快的响应速度和较大的吞吐量<sup>[1]</sup>。而且,VR 系统要求很强的实时性,图形更新速率至少要求 16 帧/s,图形客体行为反映的滞后要低于 0.1s。随着技术的发展,对象的细节层次越来越复杂,就目前计算机图形学的水平而言,只要有足够的时间,就能生成准确度相当高的像照片一样的逼真图像。然而这种提高真实感的方法是采用增加物体多边形来获得,从而使计算复杂,绘图速度大大降低,无法满足 DVR 系统的需要<sup>[2]</sup>。

### 1 DVR 系统及其特点简介

DVR 是指基于网络的虚拟环境,在这个环境中,位于不同物理位置的多个用户和多个虚拟环境通过网络相连接,并共享信息。它是网络和虚拟现实结合的产物,是一个支持多人通过网络实时进行交互的软件系统,每个用户在一个 VR 环境中通过计算机与其他用户进行交互。DVR 系统一般由显示器、通信和控制设备、处理系统、数据网络四个基本部件组成<sup>[3]</sup>。

DVR 追求良好的交互性,这就使得其对系统的响应速度和吞吐量有较高的要求。为了获得较好的交互反应时间,系统必须由相当少的软件层组成,在客户和服务器之间传递的数据量必须足够小。吞吐量受客户和服务器的处理速度、数据传输率的影响。在远程服务器上的数据必须从服务器进程传递到客户进程,经

过两个计算机上若干个软件层。软件层的吞吐量与网络的吞吐量一样重要<sup>[1]</sup>。与此同时,DVR 还要求系统具有良好的实时性,保持较高的图形刷新速率等。

### 2 分形模型及其在 DVR 系统设计中的应用价值

#### 2.1 分形模型概述

正如分形之父 Mandelbrot 所说的那样,分形是大自然的几何学。分形几何学是描述复杂自然形状及其形成机制的有力手段,为人类构建自然图形提供了一种新的科学基础,形成了一种全新的自然图像——生成论的自然图像。分形几何学能够借助迭代模拟自然界的复杂形状,这正是分形模型的独特魅力所在<sup>[4]</sup>。目前,发展较为成熟的分形几何模型有 L-System(L-系统)与 IFS(Iterated Function System,迭代函数系统)。它们都能以极少的存储数据来生成逼真度相当高的复杂自然形状。而且,对于任何自然物形态,都可以通过计算机把它们转换成 IFS 编码,即数据模型<sup>[4]</sup>。因此,分形模型具有极其广阔的应用前景。

#### 2.2 分形模型在 DVR 系统设计中的应用价值

传统 DVR 系统中的几何模型一般用多边形来表示,通常具有两个信息:一个包含点的位置信息,另一个是点的拓扑结构信息,用来说明这些点之间的连接<sup>[2]</sup>。因此,在生成实体时通常要求较大的数据量,对网络的带宽要求很高。而且,在生成较为复杂的实体

模型时,限于大量的数据传输和计算,使得图形的生成速度较慢,无法满足 DVR 系统的需要。然而分形模型在生成图形时所传输的数据量极少(仅为 L-system 文法描述和 IFS 编码),其算法完全依照真实世界中自然的生成规律,可以生成逼真度极高的复杂实体图形。因此,研究开发基于分形模型的 DVR 系统具有极高的价值。

### 3 基于分形模型的 DVR 系统的设计方案

#### 3.1 系统框架

借助于 C/S 结构具有的强大数据操作和事务处理能力,采用三层 C/S 结构较为合理,如图 1 所示。

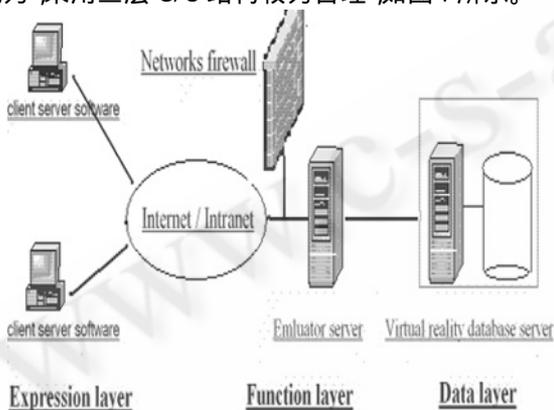


图 1 基于分形模型的 DVR 系统结构框架

\* 表示层:仿真应用的用户接口部分,担负着实现用户与应用对话的任务,主要实现解码绘图,定时执行帧刷新操作以及向功能层提交用户操作请求的功能。其中,解码绘图是根据功能层传送来的 L-System 文法描述、IFS 编码以及场景布局信息利用相应的解码模块实现绘图,而定时执行帧刷新操作则是保障系统实时性的需要。由研发的用户客户端软件实现这一层次的全部功能。

\* 功能层:仿真应用的主体,负责将具体的仿真业务处理逻辑编入程序中。其主要的功能有:①接收并处理客户端的请求,实现系统的交互性。②仿真实际的物理过程和现象。主要是处理多个实体在同一场景中的布局,实体的状态(包括实体的分形几何模型信息、位置、纹理、颜色、表面反射系数等)以及实体之间的自然联系,比如河边植物靠近水的一侧较另一侧茂盛得多<sup>[5]</sup>。③实现对用户的管理,确认用户对仿真应

用和数据库存取的权利,以及记录系统处理日志的功能,保障系统安全可靠地运行。由仿真处理服务器和网络防火墙共同实现这一层次的全部功能。

\* 数据层:主要实现的功能有:①保存虚拟世界中有关的对象及场景信息。其中,对象信息主要是实体的分形模型信息、位置、纹理、颜色、表面反射系数等;场景信息主要是处于同一场景诸多实体的布局 and 消隐关系,以及实体间应满足的自然联系。②处理多个用户同时对数据库的访问与修改操作,实现系统的并发控制。③支持功能层对用户存取数据库的权限进行管理的功能。由虚拟世界数据库服务器实现这一层次的全部功能。

#### 3.2 功能实现

\* 客户端软件:基于 Visual C++ .NET 平台实现软件解码功能的开发,调用开放性图形库(Open Graphics Library, OpenGL)完成对实体纹理的生成。分形模型解码模块的代码设计可参考孙博文的《分形算法与程序设计——Visual C++ 实现》<sup>[6]</sup>。在绘图过程中,利用画家算法实现对景物的消隐处理。为了防止图形的闪烁,建议采用缓存技术,即先将场景中的所有图形利用画家算法在客户端缓存中全部生成,然后再将缓存中的绘图结果输出至显示器。客户端软件运行效果如图 2 所示。

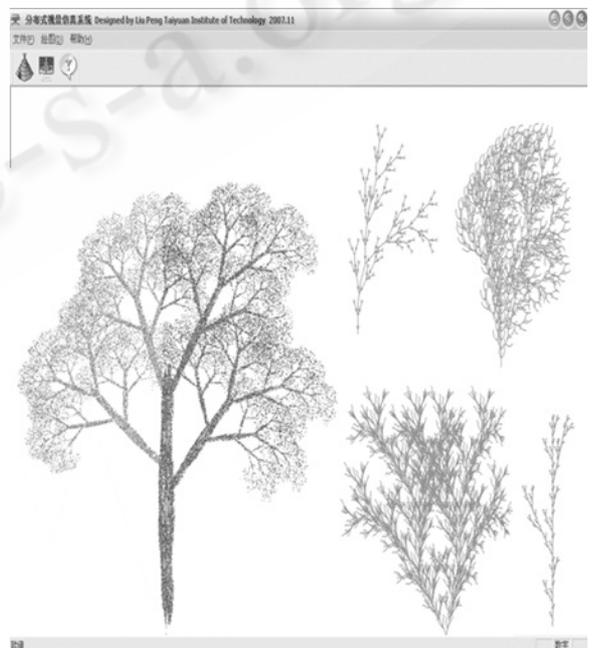


图 2 基于分形模型的 DVR 系统客户端软件运行效果

\* 仿真处理服务器 :可以在 Visual Studio 2005 平台上使用 C#语言开发此服务器上的仿真应用管理软件。

\* 虚拟世界数据库服务器 :可以采用 SQL Server 2000, Oracle9i, Sybase 等关系型 DBMS 来实现对数据源的管理。建议将实体的分形几何模型信息( L - System 文法描述和 IFS 编码 )建立成表来构建基础的分形图形库 ,将场景信息建立为视图以方便仿真处理服务器对数据源的间接操作并极大程度地减少了数据冗余。在并发控制上 ,由于客户端软件自身已有极高的帧刷新频率 ,并且鉴于 DVR 系统要求具备有尽可能快的交互速度 ,因此建议采用一级封锁协议来防止丢失更新即可。在数据库安全问题上 ,创建具备不同权限级别的多种角色 ,实现对不同用户服务的管理 ,保障数据库的安全稳定。

## 4 结 束 语

毫无疑问 ,在构建 DVR 系统的几何模型时采用分形来表现是相当不错的造形方法。虽然目前分形模型尚处于研究阶段 ,所生成的实体还只是二维图形。但是 ,二维交互与三维交互是密切相关的 ,三维交互从二

维交互发展而来 ,二维交互的概念层次结构以及从二维交互技术的发展中得到的经验教训有助于开发三维交互技术<sup>[2]</sup>。对基于分形模型的 DVR 系统的设计 ,将大大促进这一经过改良的 DVR 系统的诞生 ,使得计算机虚拟世界更加细腻而真实。

## 参 考 文 献

- 1 ( 英 )George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg 著,金蓓弘等译. 分布式系统概念与设计. 北京:机械工业出版社, 2004:32 - 35.
- 2 曾芬芳. 虚拟现实技术. 上海:上海交通大学出版社, 1997:6 - 29,32 - 75,172 - 173.
- 3 吴重光. 仿真技术. 北京:化学工业出版社, 2000:161 - 164.
- 4 林夏水. 分形的哲学漫步. 北京:首都师范大学出版社, 1999.
- 5 刘鹏. 分形在自然景观仿真研究中的进展与展望. 电脑学习,2008,(1).
- 6 孙博文. 分形算法与程序设计——Visual C++ 实现. 北京:科学出版社, 2004:56 - 108.