

基于 OpenGL 的三维景观动态仿真

刘 琪

(安徽工程大学, 安徽 芜湖 241000)

摘 要:介绍了在 Visual C++ 6.0 与 OpenGL 结合开发环境下,如何采用纹理映射、Catmull-Rom 样条曲线等关键技术实现自然景物的模拟.最后,构建了一个自然景观的实时动态浏览和控制的可视化系统,达到了人机交互、实时漫游的效果.

关键词:OpenGL;纹理映射;Catmull-Rom 样条曲线;自然景观

中图分类号:TP391.9 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.07.028

0 引 言

三维可视化技术是当今一个十分活跃的研究领域,已广泛应用于地质、房地产、医学、娱乐与游戏、气象数据等多个领域.此技术的核心是在虚拟环境下如何实现三维真实感图形的模拟仿真^[1-2].

目前 OpenGL (Open Graphics Library)是三维/二维图形构建领域中最被广泛接纳的专业图形接口,它是一个与硬件无关的软件接口,包含 120 多个图形韩式,可大量减少编程工作量,并且可在不同的平台间支持相互移植,提供了处理光照和物体材质、纹理等众多通用功能的强大底层图形库.结合 OpenGL 的众多优点,本研究借助 OpenGL 软件包实现了三维自然景观的可视化控制系统,从而更直观地表达虚拟环境下的三维景观真实效果,便于众多领域的可视化应用借鉴,具有一定的价值.

1 开发环境设置

本研究以 Visual C++ 6.0 可视化编程工具为平台,借助 OpenGL 图形库来设置开发环境.具体的开发环境设置步骤如下^[3-5]:

- 首先建立工程,并将 OpenGL 相关头文件和链接库分别加到 Visual C++ 的 Include 和 Lib 的目录中;
- 在视图类的 PreCreateWindow 函数内设置窗口类型;
- 在视图类的 OnCreate 函数下面进行 OpenGL 的初始化工作;
- 在 OnSize 函数中定义视口和观察坐标;

e. 在 OnDestroy 函数中释放绘制描述表 RC 和 Windows 设备描述表 DC;

f. 在 OnDraw 函数中加入绘制场景的代码.

2 自然景物的模拟及其关键技术

2.1 随机插值地形的模拟

本研究在地形可视化过程中采用了随机插值地形模拟的方法,设计思想如图 1 所示.

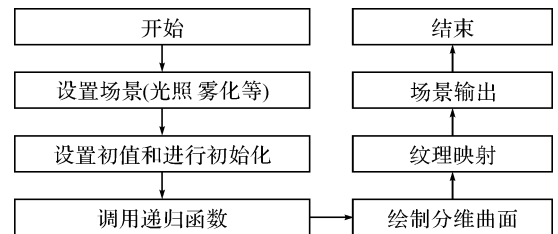


图 1 随机插值法模拟地形设计思想

Fig. 1 Design thought of terrain simulation by random interpolation method

2.1.1 随机地形网格生成算法 地形模拟中涉及到的一个核心值就是高程值.所谓高程值,在测量学中定义是某地表点在地球引力方向上的高度,也就是重心所在地球引力线的高度.通俗的理解,高程也即是地面点到高度起算面的垂直距离,它是确定地面的一个重要因素.根据高程值的大小来模拟地形的高低起伏的效果.本文采用取随机值的方法获得某点高程值.核心算法描述如下:在程序中首先分别定义出随机地形的最大高程值 m_{max} 和最小高程值 m_{min} 变量,利用 $m_{min} + (m_{max} - m_{min}) * (\text{float})(\text{rand}() \% 10\ 000 / 10\ 000)$ 获取生成地形网格所需某点高程值.

2.1.2 地形绘制——Catmull-Rom 多阶样条曲

线插值法 Catmull - Rom 三次样条插值算法是一种在已知点进行插值的一种有效算法,具有较强的稳定性和光滑性.结合 Catmull - Rom 三次样条插值的特性和优点,本研究采用 Catmull - Rom 三次样条曲线插值的方法^[6-7]模拟三维地形. Catmull - Rom 三次样条简单示意图如图 2 所示.

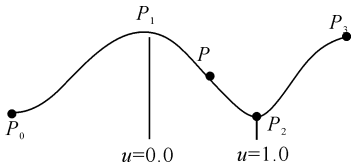


图 2 Catmull - Rom 样条曲线

Fig. 2 Catmull - Rom spline curve

图 2 中 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 是控制点,定义一个浮点坐标 u , $u \in [0.0, 1.0]$,当 $u = 0.0$ 时为 P_1 点,当 $u = 1.0$ 时为 P_2 点,当 u 在 $[0.0, 1.0]$ 之间变化时,所描绘是 3 次分段插值 Catmull - Rom 样条曲线,该样条曲线基本方程如下所示(保持 C^1 连续).

$$p(u)=0.5\times\begin{bmatrix}1&u&u^2&u^3\end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}0&2&0&0\\-1&0&1&0\\2&-5&4&-1\\-1&3&-3&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}p_0\\p_1\\p_2\\p_3\end{bmatrix}\quad(3-1)$$

最后,采用三角形近似、纹理贴图 and 显示列表技术,绘制出比较平滑和逼真的三维随机地形,效果如图 3 所示.

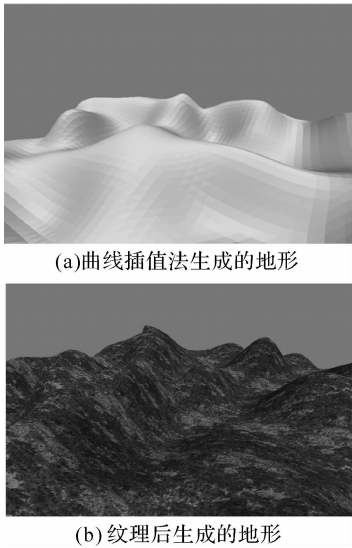


图 3 曲线插值法生成的地形和纹理生成后的地形
Fig. 3 Terrain generated by curve interpolation and terrain generated after texture

实现地形的可视化核心步骤为:
a. 利用 Catmull - Rom 样条公式(3 - 1)求出三维地形的随机插值点;

- b. 设置在控制系统中显示三维地形的大小;
- c. 调用网格列表函数实现地形网格的绘制;
- d. 利用纹理技术对随机地形进行渲染;
- e. 通过调用 OpenGL 中 SwapBuffers 函数进行相关处理,实现交互系统三维景观的动画效果.

2.2 天空模拟^[8-9]

本研究采用纹理映射技术模拟天空. 首先从 OpenGL 三维图形库中调用 gluSphere 函数绘制一定大小的球体用球体模型绘制天空,然后采集天空真实数据,经 PhotoShop 处理后转换成位图文件,装入程序中,将其作为纹理图通过调用 OpenGL 纹理函数进行设置纹理参数、绑定纹理、设置纹理坐标等步骤纹理映射^[10-11]到球体模型上,从而使天空模型更加逼真地接近自然景观,而且还能消除文本锯齿. 同时为增加动态感,实现了纹理按照一定的方向运动的效果. 天空生成的流程图如图 4 所示,效果图如图 5 所示.

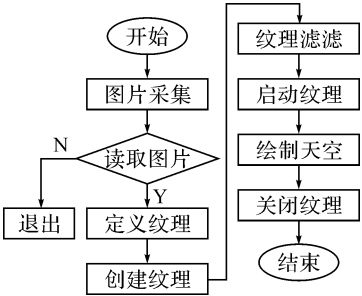


图 4 天空生成的流程图

Fig. 4 The flow chart of sky



图 5 采集的真实天空图片和纹理生成后的模拟天空
Fig. 5 The picture of real sky and the simulative sky generated after texture

3 结 语

本研究采用 OpenGL 软件包开发工具,在 Visual C++ MFC 建立的友好界面下,实现了三维自然景观可视化控制系统的模拟.此控制系统实现的功能有:

- a. 通过工具栏上的菜单,随机生成不同的三维地形和天空.
 - b. 键盘的上、下、左、右键,对整体景观实时漫游控制,从而更接近真实效果.
- 效果展示图如图 6 所示.

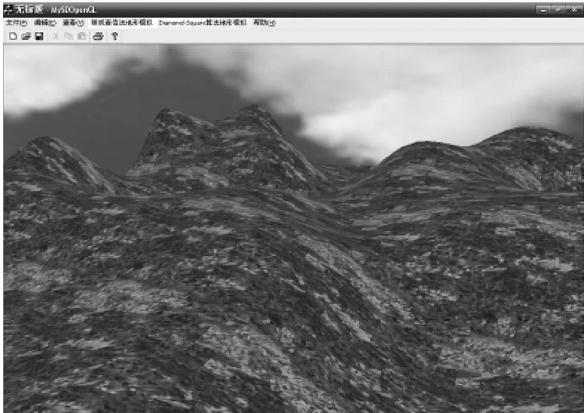


图 6 整体效果图
Fig. 6 The whole effect picture

参考文献:

[1] 刘慎权,李华,唐卫清,等. 可视化技术及其发展前景述评[J]. CT 理论与应用研究,1995,4(1):7-9.

[2] 华庆一,房鼎益. 三维可视化对于认知的作用[J]. 计算机工程与科学,1998, 20(3):38-40.

[3] 汪日伟,韩其睿,吴晓青. 如何在 MFC 中利用 OpenGL 实现三维图形的绘制[J]. 天津工业大学学报,2004(6):65-68.

[4] 胡伟,王弘. 如何在 VC++ 中用 MFC 进行 OpenGL 编程[J]. 计算机应用,2001,8:88-89.

[5] 李长春,戴国洪. 基于 VC++ 与 OpenGL 的三维图形环境的构建[J]. 电脑开发与应用,2004,17(6):11.

[6] 华才健. 非真实感绘制相关技术的研究与实现[D]. 绵阳:西南科技大学,2005.

[7] 高鹰. 基于为 Catmull-Rom 几何样条曲面的过渡曲面构造[J]. 广州师院学报:自然科学版,2000(9):64.

[8] 杨健,张敏. 基于 OpenGL 的纹理贴图技术[J]. 软件导刊,2011,10(3):169-171.

[9] 杨刚. 基于 OpenGL 的 2D 纹理映射技术研究[J]. 吉林建筑工程学院学报,2011,28(1):85-87.

[10] 孙家广. 计算机图形学[M]. 北京:清华大学出版社,1998.

[11] 陈应松,胡汉春,肖世德. 基于 OpenGL 纹理映射技术实现动态图像的应用[J]. 计算机仿真,2004,21(5):60-65.

Dynamic simulation of 3D landscape based on OpenGL

LIU Qi

(Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: OpenGL was the present international popular open style graph standard, it was a powerful 3D graphics library and can be used expediently to create three dimension graph model. This paper introduced mainly the realizing process of natural scenery using key technologies such as texture mapping and Catmull-Rom spline curve in the Visual C++ 6.0 and OpenGL integration development environment. Finally, the natural scenery of the real-time dynamic navigation and control systems was constructed, which achieves the ideal visualization result.

Key words: OpenGL; texture mapping; Catmull-Rom spline curves; natural scenery

本文编辑:邹礼平