



万水计算机编程技术与应用系列

OpenGL

高级编程与可视化系统开发 系统开发篇(第二版)

和平鸽工作室 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水计算机编程技术与应用系列

OpenGL 高级编程与可视化系统开发

——系统开发篇

(第二版)

和平鸽工作室 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

OpenGL 是最近几年发展起来的性能优越的开放式三维图形标准,利用它可以创作出具有照片质量的、独立于窗口系统、操作系统和硬件平台的三维彩色图形和动画。目前,OpenGL 在可视化系统、虚拟现实系统和三维游戏方面得到了广泛应用。

本书及其姊妹篇的主要内容是介绍如何利用 OpenGL 图形库开发可视化应用系统。

本书主要介绍多个可视化仿真实例,包括一个场景编辑系统、两个三维游戏和五个可视化仿真项目。充分利用这些源代码和编程思想,可以大大节省读者开发可视化仿真项目的时间。

本书姊妹篇《OpenGL 高级编程与可视化系统开发——高级编程篇(第二版)》主要以实例的方式讲述一些特殊可视化效果的编程方法,包括地形、云彩、海浪、烟雾、粒子系统、飞行器尾焰等,掌握这些特效的制作对于开发高逼真度图形非常重要。

本书深入浅出、内容广泛,可供从事可视化系统开发、三维游戏开发或其他图形应用程序开发的各大专院校学生、教员和研究人员参考,也可作为 OpenGL 三维图形编程的培训教程或供其他相关专业人士和计算机爱好者阅读。

本书所附光盘包含书中全部应用实例的源代码。

图书在版编目(CIP)数据

OpenGL 高级编程与可视化系统开发. 系统开发篇 / 和平鸽工作室编著. —2 版.
—北京: 中国水利水电出版社, 2005

(万水计算机编程技术与应用系列)

ISBN 7-5084-3341-6

I. O… II. 和… III. 图形软件, OpenGL IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 119317 号

| | |
|-------|---|
| 书 名 | OpenGL 高级编程与可视化系统开发——系统开发篇(第二版) |
| 作 者 | 和平鸽工作室 编著 |
| 出版 发行 | 中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn |
| 经 售 | 电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点 |
| 排 版 | 北京万水电子信息有限公司 |
| 印 刷 | 北京蓝空印刷厂 |
| 规 格 | 787mm×1092mm 16 开本 25.25 印张 624 千字 |
| 版 次 | 2003 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 2 版 2006 年 1 月第 2 次印刷 |
| 印 数 | 4001—8000 册 |
| 定 价 | 48.00 元(含 1CD) |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第二版前言

科学计算可视化、计算机动画和虚拟现实是近年来在计算机图形学领域内的三大热门研究方向，它们的技术核心都是三维真实感图形。当前，三维图形在军事、航天、航空、医学、地质勘探、三维游戏和工业 CAD 设计等方面有着十分广泛的应用。

OpenGL（即开放性图形库 Open Graphics Library）是近几年发展起来的一个性能卓越的三维图形标准，它源于 SGI 公司为其图形工作站开发的 IRIS GL，在跨平台移植过程中发展成为 OpenGL。SGI 在 1992 年 7 月发布 1.0 版，后成为工业标准。1995 年 12 月批准了 1.1 版本，1999 年 5 月通过了 1.2.1 版本，现在的最新版本是 2.0 版。OpenGL 作为一个性能优越的图形应用程序设计界面（API），具有广泛的可移植性，它独立于硬件系统、操作系统和窗口系统。OpenGL 适用于广泛的计算机环境，从个人计算机到工作站和超级计算机，用户都可以利用 OpenGL 创建漂亮的三维图形。由于许多在计算机界具有领导地位的计算机公司纷纷采用 OpenGL 作为三维图形应用程序设计界面，因此，OpenGL 是从事三维图形开发工作的技术人员所必须掌握的开发工具。

由于 OpenGL 能实现高性能的三维图形功能，这使得科学计算可视化、仿真可视化技术发展迅速。可视化系统不仅可以帮助技术人员形象直观地查看仿真结果，而且在一定程度上可以提高设计水平，减少错误的发生。因此计算机图形技术将在各行各业、各个领域内得到越来越广泛的应用。有人说 20 世纪是计算机多媒体技术发展的世纪，21 世纪将是虚拟现实飞速发展的世纪，因此，积极推动计算机图形领域的发展将对我国的经济建设、科学研究具有重要的现实意义。

丛书特色

本套丛书在第一版的基础上经过修订后内容更加全面，更加紧密结合发展前沿，增加的源代码更加具有实用性、趣味性、新颖性。与第一版相比，第二版主要具有以下特色。

● 更加紧扣前沿

全面介绍了 OpenGL 的发展历史、目前的发展现状和今后 OpenGL 2.0 版本的发展方向，使读者更加了解 OpenGL 的来龙去脉。其中还详细讲解了不同版本的 OpenGL 的体系结构、实现方法和函数库组成等。

● 应用更加广泛

为了适应不同读者开发的需要，丛书第二版在第一版的基础上增加了 Visual Basic、Fortran 和 Delphi 编程语言开发 OpenGL 三维图形程序的框架。同时对第一版的 Visual C++ 开发 OpenGL 三维程序模本增加了更为详细的讲解。

● 实例更加新颖

OpenGL 在 3D 屏幕保护程序开发中的应用非常广泛，在第二版的“高级编程篇”中特意增加了一章这方面的内容。紧密联系研究热点，在第二版的“系统开发篇”中增加了三维地形模拟系统和三维织物模拟系统。书中详细介绍每一个实例系统开发的理论基础、模拟方法

以及编程过程，使读者可以轻松地掌握其中的内容。

- 源码更加丰富

为了便于用户使用，随本书附有包含该书全部应用实例的源代码光盘。全部程序均编译通过，运行环境为 Windows 9x 和 Windows 2000/XP。读者可以充分利用其中的代码，有些只需稍许改动便可应用到自己的系统中，这些都是笔者多年的积累，非常珍贵，非常有用。

主要内容

《OpenGL 高级编程与可视化系统开发——高级编程篇（第二版）》共由 16 章组成。第 1 章至第 2 章简要地介绍了 OpenGL 与图形可视化的关系以及 OpenGL 编程的基础知识；第 3 章介绍了利用 OpenGL 读取各种外部三维模型的方法，如 3DS、OBJ、WRL 等；第 4 章至第 7 章介绍了三维地形、蓝天白云、星空和水的波动的模拟；第 8 章介绍了粒子系统的编程方法；第 9 章至第 10 章介绍了碰撞检测编程、LOD 编程技术；第 11 章至第 15 章介绍了一些特殊效果的编程方法，如爆炸效果、霓虹效果、对象捕捉和自然现象模拟的编程；第 16 章介绍了如何使用 OpenGL 开发 3D 屏幕保护程序。

《OpenGL 高级编程与可视化系统开发——系统开发篇（第二版）》共由 18 章组成。第 1 章至第 11 章全面系统地介绍了一个三维场景编辑软件系统的编程实现过程，该软件系统结构清晰、功能齐全、可扩充性强，对于开发应用系统具有很高的借鉴价值；第 12 章介绍了一个三维空战游戏的开发过程；第 13 章介绍了一个利用 OpenGL 开发的游戏引擎和一个利用该引擎开发的三维射击游戏“恐怖之战”；第 14 章至第 18 章介绍了 5 个 OpenGL 开发的可视化仿真实例，包括导弹飞行试验系统、飞行漫游系统、飞机飞行动力学系统、三维随机分形地形生成系统和三维织物动感模拟系统。

读者要求

本套丛书主要介绍如何利用 OpenGL 开发可视化应用系统，它定位于 OpenGL 的高级编程和可视化系统开发，在书中并不对 VC++ 开发和 OpenGL 的基础知识进行讲解。因此要求阅读本套丛书的读者必须具有使用 VC++ 和 OpenGL 进行编程的基础知识。

本书由和平鸽工作室全体成员齐心协力编写完成，是大家精诚团结才使本书顺利完成。参加本书编写工作的人员有李海平、李贞、李雪梅、张冰、刘一平、谢平、郭健康、牛威、张健、秦一凡、张建国、衣裳、郝冰、李惠彬、周大志、刘文涛、王瑞雪、张志刚、袁世杰、董慧、龙亦敏、韩鹏程、孟子刚、张宏斌、杨海涛、康敏、刘志强、李娟、陈爱华、周伟、杨小伟、曾国强、李卫东、张慧、李恒、刘国建、谢凯旋、张立国、刘立群、牛兴旺等。感谢对本书的出版提供支持的所有老师、编辑。

由于水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，敬请各位读者朋友批评指正。读者如有疑问、意见或建议，请发邮件至 pingtaizheng@tom.com 或 liyuhua1973@yahoo.com。

和平鸽工作室

2005 年 10 月

第一版前言

科学可视化、计算机动画和虚拟现实是近年来在计算机图形学领域内的三大热门研究方向，它们的技术核心都是三维真实感图形。当前，三维图形在军事、航天、航空、医学、地质勘探、三维游戏和工业 CAD 设计等方面有着十分广泛地应用。

OpenGL（即开放性图形库 Open Graphics Library）是近几年发展起来的一个性能卓越的三维图形标准，它源于 SGI 公司为其图形工作站开发的 IRIS GL，在跨平台移植过程中发展成为 OpenGL。SGI 公司在 1992 年 7 月发布 1.0 版，后成为工业标准。1995 年 12 月批准了 1.1 版本，最新版规范是 1999 年 5 月通过的 1.2.1。OpenGL 作为一个性能优越的图形应用程序设计界面（API），具有广泛的可移植性，它独立于硬件系统、操作系统和窗口系统。OpenGL 适用于广泛的计算机环境，从个人计算机到工作站和超级计算机，用户都可以利用 OpenGL 创建漂亮的三维图形。由于许多在计算机界具有领导地位的计算机公司纷纷采用 OpenGL 作为三维图形应用程序设计界面，因此，OpenGL 是从事三维图形开发工作的技术人员所必须掌握的开发工具。

由于 OpenGL 能实现高性能的三维图形功能，这使得科学计算可视化、仿真可视化技术发展迅速。可视化系统不仅可以帮助技术人员形象直观地查看仿真结果，而且在一定程度上可以提高设计水平，减少错误的发生。因此计算机图形技术将在各行业、各个领域内得到越来越广泛地应用。有人说 20 世纪是计算机多媒体技术发展的世纪，21 世纪将是虚拟现实飞速发展的世纪，因此，积极推动计算机图形领域的发展将对于我国的经济建设、科学研究具有重要的现实意义。

本套丛书主要介绍如何利用 OpenGL 开发可视化应用系统，它定位于 OpenGL 的高级编程和可视化系统开发，在书中并不对 VC++ 开发和 OpenGL 的基础知识进行讲解。因此要求阅读本套丛书的读者必须具有使用 VC++ 和 OpenGL 进行编程的基础知识。

《OpenGL 高级编程与可视化系统开发（高级编程篇）》共由 15 章组成。第 1 章至第 2 章简要地介绍了 OpenGL 与图形可视化的关系以及 OpenGL 编程的基础知识；第 3 章介绍了利用 OpenGL 读取各种外部三维模型的方法，如 3DS、OBJ、WRL 等；第 4 章至第 7 章介绍了三维地形、蓝天白云、星空和水的波动的模拟；第 8 章介绍了粒子系统的编程方法；第 9 章至第 10 章介绍了碰撞检测编程、LOD 编程技术；第 11 章至第 15 章介绍了一些特殊效果的编程方法，如爆炸效果、霓虹效果、对象捕捉和自然现象的编程。

《OpenGL 高级编程与可视化系统开发（系统开发篇）》共由 16 章组成。第 1 章至第 11 章全面系统地介绍了一个三维场景编辑软件系统的编程实现过程，该软件系统结构清晰、功能齐全、可扩充性强，对于开发应用系统具有很高的借鉴价值；第 12 章介绍了一个三维空战游戏的开发过程；第 13 章介绍了一个利用 OpenGL 开发的游戏引擎和一个利用该引擎开发的三维射击游戏“恐怖之战”；第 14 章至第 16 章介绍了三个 OpenGL 开发的可视化仿真实例，包括导弹飞行试验系统、飞行漫游系统、飞机飞行动力学系统。

为了便于用户使用，在书后附有包含该书全部应用实例的源代码光盘。全部程序在 Visual

C++ 6.0 中编译通过，运行环境为 Windows 98 或 Windows 2000。读者可以充分利用其中的代码，有些只需稍许改动便可应用到自己的系统中，这些都是笔者多年的积累，以供读者参考。

本书由和平鸽工作室全体成员齐心协力编写完成，是大家精诚团结才使本书顺利完成。感谢对本书的出版提供支持的所有老师、编辑。由于水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，敬请各位读者朋友批评指正。

和平鸽工作室

2002 年 5 月

目 录

第二版前言

第一版前言

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 第 1 章 三维场景编辑软件简介 1 | 3.3 添加对象的显示源代码..... 35 |
| 1.1 软件功能介绍.....1 | 3.4 添加 3DS 输入菜单..... 39 |
| 1.2 软件界面与基本操作.....2 | 3.4.1 编辑菜单资源..... 39 |
| 1.2.1 菜单.....2 | 3.4.2 添加菜单响应函数..... 39 |
| 1.2.2 工具条.....4 | 第 4 章 实现对象的编辑功能 42 |
| 1.2.3 基本操作.....5 | 4.1 添加“细节编辑”对话框..... 42 |
| 第 2 章 建立程序框架 11 | 4.1.1 编辑“细节编辑”对话框..... 42 |
| 2.1 利用 MFC 建立基于多文档的 应用程序框架.....11 | 4.1.2 建立“细节编辑”对话框类..... 43 |
| 2.1.1 创建一个新工程.....11 | 4.1.3 添加控件变量..... 44 |
| 2.1.2 设置编译环境.....12 | 4.1.4 添加消息处理成员函数..... 44 |
| 2.1.3 加入 OpenGL 库.....13 | 4.2 添加“材质编辑”对话框..... 53 |
| 2.2 设置 OpenGL 图形绘制环境.....13 | 4.2.1 编辑“材质编辑”对话框..... 54 |
| 2.2.1 添加 OpenGL 头文件.....13 | 4.2.2 建立“材质编辑”对话框类..... 55 |
| 2.2.2 添加成员变量与成员函数.....14 | 4.2.3 添加控件变量..... 56 |
| 2.2.3 添加函数的执行代码.....14 | 4.2.4 添加消息处理成员函数..... 56 |
| 2.3 各种数据结构定义.....18 | 4.3 添加“映射编辑”对话框..... 64 |
| 2.3.1 类 Scene 的定义.....19 | 4.3.1 编辑“映射编辑”对话框..... 64 |
| 2.3.2 类 ChunkFile 的定义.....21 | 4.3.2 建立“映射编辑”对话框类..... 65 |
| 2.3.3 3DS 文件输入/输出类的定义.....21 | 4.3.3 添加消息处理成员函数..... 65 |
| 第 3 章 实现 3DS 对象的输入与显示 25 | 4.4 添加菜单项..... 71 |
| 3.1 添加“输入 3DS”对话框.....25 | 4.4.1 编辑菜单资源..... 71 |
| 3.1.1 编辑“输入 3DS”对话框.....25 | 4.4.2 添加菜单响应函数..... 72 |
| 3.1.2 创建“输入 3DS”对话框类.....26 | 4.5 添加对象选择功能..... 74 |
| 3.1.3 添加成员变量.....27 | 4.5.1 添加鼠标左键单击函数..... 74 |
| 3.1.4 添加消息处理成员函数.....27 | 4.5.2 选择功能的实现..... 75 |
| 3.1.5 添加 3DS 文件名称处理类.....30 | 第 5 章 实现场景的编辑功能 79 |
| 3.2 添加“正在输入”对话框.....30 | 5.1 修改背景颜色..... 79 |
| 3.2.1 编辑“正在输入”对话框.....31 | 5.1.1 编辑菜单..... 79 |
| 3.2.2 建立“输入 3DS”对话框类.....31 | 5.1.2 添加菜单响应函数..... 80 |
| 3.2.3 添加成员变量.....32 | 5.1.3 添加背景修改源代码..... 82 |
| 3.2.4 添加消息处理成员函数.....32 | 5.2 修改环境光照..... 82 |
| 3.2.5 添加输入线程函数.....34 | 5.2.1 编辑菜单..... 83 |
| | 5.2.2 添加菜单响应函数..... 84 |

| | | | |
|---------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| 5.2.3 添加环境光照设置源代码..... | 85 | 10.2.3 添加消息处理成员函数..... | 157 |
| 第 6 章 增强显示功能..... | 88 | 10.3 添加菜单响应..... | 162 |
| 6.1 改变对象的显示模式..... | 88 | 10.3.1 编辑菜单资源..... | 162 |
| 6.1.1 编辑菜单..... | 88 | 10.3.2 添加菜单响应函数..... | 162 |
| 6.1.2 添加菜单响应函数..... | 89 | 第 11 章 其他功能的实现..... | 164 |
| 6.1.3 添加对象的不同绘制 模式源代码..... | 91 | 11.1 全屏显示功能的实现..... | 164 |
| 6.2 改变观察视点..... | 94 | 11.1.1 添加全屏显示菜单项..... | 164 |
| 6.2.1 编辑菜单..... | 94 | 11.1.2 添加源代码..... | 164 |
| 6.2.2 添加菜单响应函数..... | 95 | 11.2 屏幕打印功能的实现..... | 167 |
| 6.2.3 添加不同视点的对象的 绘制源代码..... | 97 | 11.2.1 添加内存管理的类..... | 167 |
| 第 7 章 实现文档的存取功能..... | 101 | 11.2.2 添加打印源代码..... | 171 |
| 7.1 三维场景文档的数据结构..... | 101 | 11.3 添加软件封面..... | 171 |
| 7.2 文档串行化机制..... | 102 | 第 12 章 三维空战游戏实例..... | 174 |
| 7.3 文档存取功能的具体实现..... | 103 | 12.1 三维游戏概述..... | 174 |
| 7.4 CObject 类的读写..... | 111 | 12.2 游戏内容简介..... | 175 |
| 第 8 章 实现场景 3DS 文件输出..... | 116 | 12.3 关键技术简介..... | 176 |
| 8.1 输出 3DS 文件的类的定义..... | 116 | 12.4 数据结构定义..... | 177 |
| 8.2 添加菜单响应函数..... | 127 | 12.4.1 基本类的定义..... | 177 |
| 8.2.1 编辑菜单..... | 127 | 12.4.2 星空背景的定义..... | 186 |
| 8.2.2 添加菜单响应函数..... | 127 | 12.4.3 飞行器的定义..... | 188 |
| 第 9 章 实现视频捕捉功能..... | 130 | 12.4.4 爆炸效果的定义..... | 192 |
| 9.1 捕捉静止图像..... | 130 | 12.4.5 三维流星实体的定义..... | 197 |
| 9.1.1 添加捕捉静止图像的类..... | 130 | 12.4.6 游戏类的定义..... | 203 |
| 9.1.2 添加菜单响应函数..... | 135 | 12.4.7 屏幕文字的绘制..... | 214 |
| 9.2 捕捉动态图像..... | 137 | 12.5 声音效果处理..... | 216 |
| 9.2.1 添加捕捉动态图像的类..... | 137 | 12.5.1 音频播放设备处理..... | 216 |
| 9.2.2 添加“设置捕捉”对话框..... | 142 | 12.5.2 音频文件处理..... | 217 |
| 9.2.3 添加菜单响应函数..... | 144 | 12.6 编程实现步骤..... | 218 |
| 第 10 章 实现三维场景的渲染输出..... | 149 | 12.6.1 建立程序框架..... | 218 |
| 10.1 添加“光线追踪”对话框..... | 149 | 12.6.2 宏定义与全局变量..... | 219 |
| 10.1.1 编辑“光线追踪”对话框..... | 149 | 12.6.3 添加成员变量与成员函数..... | 219 |
| 10.1.2 建立“光线追踪”对话框类..... | 150 | 12.6.4 添加成员函数的执行源代码..... | 220 |
| 10.1.3 添加成员变量..... | 151 | 12.6.5 进入游戏..... | 222 |
| 10.1.4 添加消息处理成员函数..... | 151 | 第 13 章 构建一个三维游戏引擎..... | 223 |
| 10.2 添加“图形”对话框..... | 154 | 13.1 三维游戏引擎简介..... | 223 |
| 10.2.1 编辑“图形”对话框..... | 154 | 13.2 一个三维游戏引擎实例..... | 224 |
| 10.2.2 建立“图形”对话框类..... | 156 | 13.2.1 引擎介绍..... | 224 |
| | | 13.2.2 数据管理..... | 224 |
| | | 13.2.3 输入系统..... | 239 |

| | | | | | |
|---------------|--------------------|------------|---------------|---------------------|------------|
| 13.2.4 | 引擎核心和游戏循环 | 245 | 15.2.1 | 建立程序框架 | 325 |
| 13.2.5 | 处理摄像机 | 250 | 15.2.2 | 宏定义与结构体定义 | 325 |
| 13.2.6 | 音频系统 | 254 | 15.2.3 | 添加成员变量与成员函数 | 327 |
| 13.2.7 | 场景管理 | 261 | 15.2.4 | 地形的初始化与绘制 | 328 |
| 13.2.8 | 其他数据的定义与处理 | 263 | 15.2.5 | 飞机数据的初始化 | 329 |
| 13.2.9 | 主程序 | 266 | 15.2.6 | 飞机飞行与绘制 | 330 |
| 13.3 | “恐怖之战”游戏制作实例 | 268 | 15.2.7 | 子弹数据的初始化 | 331 |
| 13.3.1 | 游戏介绍 | 268 | 15.2.8 | 子弹的飞行与绘制 | 332 |
| 13.3.2 | 添加敌人 | 268 | 15.2.9 | 飞机尾焰的初始化与计算 | 333 |
| 13.3.3 | 添加游戏者 | 275 | 15.2.10 | 飞机尾焰的绘制 | 334 |
| 13.3.4 | 添加武器 | 276 | 15.2.11 | 视点设置 | 334 |
| 13.3.5 | 处理爆炸效果 | 280 | 15.2.12 | 场景绘制 | 336 |
| 13.3.6 | 处理人机界面 | 284 | 15.2.13 | 编译运行 | 337 |
| 13.3.7 | 编辑场景 | 286 | 第 16 章 | 飞行动力学模拟系统 | 338 |
| 13.3.8 | 编辑主程序 | 290 | 16.1 | 设计思想介绍 | 338 |
| 13.3.9 | 进入游戏 | 291 | 16.2 | 编程实现步骤 | 338 |
| 第 14 章 | 导弹试验模拟系统 | 293 | 16.2.1 | 建立程序框架 | 338 |
| 14.1 | 设计思想介绍 | 294 | 16.2.2 | 宏定义与结构体定义 | 339 |
| 14.2 | 导弹三维模型和纹理输入 | 295 | 16.2.3 | 添加成员变量与成员函数 | 340 |
| 14.2.1 | BMP 纹理数据的读取 | 295 | 16.2.4 | 全局变量的定义 | 341 |
| 14.2.2 | MilkShape 3D 模型的读取 | 297 | 16.2.5 | 地形的初始化 | 342 |
| 14.3 | 编程实现步骤 | 305 | 16.2.6 | 粒子系统的初始化 | 343 |
| 14.3.1 | 建立程序框架 | 305 | 16.2.7 | 线框模式绘制 | 344 |
| 14.3.2 | 宏定义与结构体定义 | 305 | 16.2.8 | 纹理模式绘制 | 345 |
| 14.3.3 | 添加成员变量与成员函数 | 307 | 16.2.9 | 地形的绘制 | 345 |
| 14.3.4 | 导弹发射架的绘制 | 309 | 16.2.10 | 天空的绘制 | 347 |
| 14.3.5 | 地形的绘制 | 309 | 16.2.11 | 太阳的绘制 | 347 |
| 14.3.6 | 导弹的绘制 | 311 | 16.2.12 | 水的绘制 | 348 |
| 14.3.7 | 目标靶的绘制 | 311 | 16.2.13 | 飞机与尾焰的绘制 | 348 |
| 14.3.8 | 导弹尾焰的绘制 | 315 | 16.2.14 | 添加按键响应函数 | 350 |
| 14.3.9 | 爆炸效果的绘制 | 316 | 16.2.15 | 场景绘制 | 352 |
| 14.3.10 | 爆炸碎片的绘制 | 317 | 16.2.16 | 各种数据计算 | 353 |
| 14.3.11 | 视点的设置 | 318 | 16.2.17 | 编译运行 | 353 |
| 14.3.12 | 数据初始化操作 | 320 | 第 17 章 | 三维随机分形地形生成系统 | 354 |
| 14.3.13 | 场景绘制 | 322 | 17.1 | 随机分形地形生成原理 | 354 |
| 14.3.14 | 编译运行 | 323 | 17.1.1 | 细节层次模型思想 | 354 |
| 第 15 章 | 飞机地形漫游系统 | 324 | 17.1.2 | 分形理论 | 354 |
| 15.1 | 设计思想介绍 | 324 | 17.1.3 | Diamond-Square 算法 | 357 |
| 15.2 | 编程实现步骤 | 324 | 17.1.4 | 纹理图生成 | 359 |

| | | | | | |
|---------------|------------------------|------------|---------|-----------------------|-----|
| 17.1.5 | 三维随机地形模拟效果 | 359 | 18.1.3 | 数值求解方法..... | 379 |
| 17.2 | 编程实现步骤..... | 360 | 18.1.4 | 三维织物模拟效果..... | 381 |
| 17.2.1 | 建立程序框架..... | 360 | 18.2 | 编程实现步骤 | 382 |
| 17.2.2 | 添加地形生成选项对话框 | 361 | 18.2.1 | 建立程序框架..... | 382 |
| 17.2.3 | 添加菜单项 | 362 | 18.2.2 | 添加“设置新织物”对话框... | 382 |
| 17.2.4 | 宏定义与结构体定义 | 363 | 18.2.3 | 添加“添加碰撞球”对话框... | 384 |
| 17.2.5 | 添加成员变量与成员函数 | 363 | 18.2.4 | 添加“设置仿真特性”对话框..... | 385 |
| 17.2.6 | 成员变量初值 | 365 | 18.2.5 | 添加“设置仿真时间参数”对话框 | 386 |
| 17.2.7 | 光照效果的初始化 | 366 | 18.2.6 | 添加“设置节点质量”对话框 | 387 |
| 17.2.8 | 场景的绘制与渲染 | 366 | 18.2.7 | 编辑菜单项..... | 388 |
| 17.2.9 | 天空背景纹理图绘制 | 369 | 18.2.8 | 宏定义 | 389 |
| 17.2.10 | 地形纹理图绘制 | 371 | 18.2.9 | 添加成员变量与成员函数..... | 390 |
| 17.2.11 | 三维地形的渲染与绘制 | 372 | 18.2.10 | 成员变量初值..... | 392 |
| 17.2.12 | 添加按键响应函数 | 374 | 18.2.11 | 场景的绘制与渲染..... | 392 |
| 17.2.13 | 添加对话框弹出函数 | 376 | 18.2.12 | 仿真控制主函数..... | 393 |
| 17.2.14 | 编译运行 | 377 | 18.2.13 | 编译运行..... | 394 |
| 第 18 章 | 三维织物动感模拟系统..... | 378 | | | |
| 18.1 | 织物计算机模拟原理 | 378 | | | |
| 18.1.1 | 织物计算机模拟概述 | 378 | | | |
| 18.1.2 | 织物模拟的质点-弹簧模型 | 378 | | | |

第 1 章 三维场景编辑软件简介

1.1 软件功能介绍

三维场景编辑是进行可视化系统开发的一个必不可少的工作,现在市面上三维建模软件层出不穷,如 3DS MAX、Maya 和 MultiGen Creator 等,但这些软件主要是侧重于三维对象的建模,缺乏对场景和模型的实时控制,因而很难进行可视化系统的二次开发。本文将详细介绍一个基于 OpenGL 的三维场景编辑软件的设计全过程,该软件既能实现对场景的编辑,也能实现对场景和对象的实时控制。

该软件大体上具有以下基本功能:

- (1) 3DS 外部对象的输入。
- (2) 3DS 外部对象的输出。
- (3) 可以进行对象的细节层次编辑以简化 3DS 模型。
- (4) 可以进行对象的材质编辑。
- (5) 可以进行对象的纹理映射编辑。
- (6) 可以实现对场景的不同角度观看。
- (7) 可以对场景中的灯光进行控制。
- (8) 可以实现场景中对象的不同模式显示。
- (9) 可以将场景进行渲染输出。
- (10) 可以将屏幕图形保存为 BMP 格式、JPG 格式或 PNG 格式的图形文件。
- (11) 可以将一段动画录制为 AVI 文件。
- (12) 可以将屏幕上的图形打印输出。
- (13) 可以将编辑好的场景保存和再次打开。

当然,本软件还只是一个简单可视化系统的框架,很多功能还不完善,下一步可以进行如下工作:

- (1) 添加其他的模型输入方法,如简单的对象直接输入、外部地形数据、粒子系统,其他外部 3D 文件(如 OBJ 文件、WRL 文件等)的输入。
- (2) 增强场景中对象的编辑功能,如实现对象的剪切、拷贝、粘贴和删除等。
- (3) 实现对场景中对象的位置进行控制,如实现平移、旋转和缩放等。
- (4) 添加外部数据对场景中对象的实时驱动,实现可视化系统的动画显示,这样只需更改外部的数据产生模块,即可实现对不同行业、不同领域内的可视化系统进行二次开发。

在本软件源代码的基础上,读者完全可以根据自己所开发的可视化系统的实际需要,进行删减或拓展。

1.2 软件界面与基本操作

界面设计是一项艺术性和技巧性极强的工作，它是一个软件成败的关键之一，友好的界面可以在用户第一次运行软件的时候就给用户留下深刻的印象，这就在同类软件中取得了竞争的优势。由于本软件是一个最初版本，在软件界面设计上没有花费更多的时间，因此界面比较简单。读者可以在此基础上，充分考虑到软件的通用性、易用性和人性化的特点，设计出更适合用户操作使用、更吸引人的界面来。

本软件是一个基于多文档的应用程序，主要工作界面由标题栏、菜单栏和若干个浮动工具栏组成，如图 1.1 所示。在软件运行开始，除了标准工具条之外，其余的浮动工具条是不可见的，用户需选择对应的菜单项使需要的工具条可见。这种设计思想主要考虑到对图形的编辑尽可能获得足够大的图形显示空间，而大多数按钮命令可以选择对应的菜单来实现。用户也可以根据自己的喜好将菜单停留在主窗口的任何位置。



图 1.1 软件的主要工作界面

1.2.1 菜单

本软件包含 7 个菜单，下面分别介绍。熟悉各个菜单的功能，也是进一步掌握后续编程思路的基础。

1. 【文件】菜单

【文件】菜单如图 1.2 所示，在本菜单中主要完成以下功能：

- 三维场景文件的保存和打开。
- 3DS 文件的输入和输出。
- 图像和动画的捕捉。
- 屏幕图形的预览和打印等。

2. 【编辑】菜单

【编辑】菜单如图 1.3 所示，在本菜单中主要完成以下功能：

- 编辑对象的细节层次，简化模型。
- 编辑对象的材质、纹理映射。
- 改变场景的背景颜色、摄像机。
- 设置场景中的光照。
- 场景的光线追踪渲染输出等。

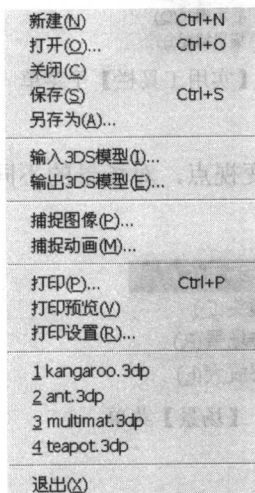


图 1.2 【文件】菜单

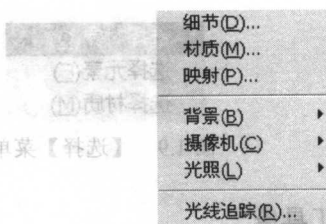


图 1.3 【编辑】菜单

其中【背景】子菜单如图 1.4 所示，【摄像机】子菜单如图 1.5 所示，【光照】子菜单如图 1.6 所示。

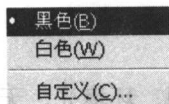


图 1.4 【背景】子菜单

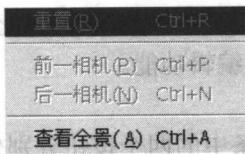


图 1.5 【摄像机】子菜单

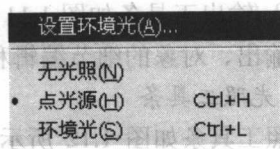


图 1.6 【光照】子菜单

3. 【查看】菜单

【查看】菜单如图 1.7 所示，在本菜单中主要完成以下功能：

- 以不同显示模式查看场景。
- 以不同的着色方式显示场景。
- 控制各个实用工具条的显示与隐藏。
- 全屏显示图形区域等。

其中【实用工具栏】子菜单如图 1.8 所示。

4. 【选择】菜单

【选择】菜单如图 1.9 所示，在本菜单中主要设置鼠标左键单击选择的模式，可以是单个对象、元素（面片）和材质。

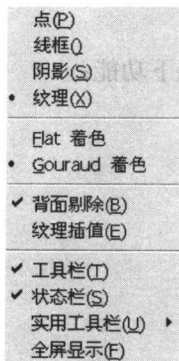


图 1.7 【查看】菜单

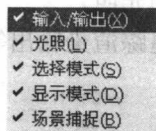


图 1.8 【实用工具栏】子菜单

5. 【场景】菜单

【场景】菜单如图 1.10 所示，本菜单的功能主要是改变视点，对场景的不同部分进行详细观看。

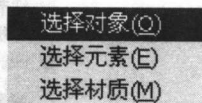


图 1.9 【选择】菜单

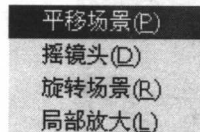


图 1.10 【场景】菜单

1.2.2 工具条

除了标准工具条之外，在软件中还定义了五个浮动工具条，使用菜单【查看】→【实用工具栏】可以控制这些工具栏的显示和隐藏。

1. 输入/输出工具条

输入/输出工具条如图 1.11 所示，该工具条中的四个按钮分别代表 3DS 文件的输入、3DS 文件的输出、对象的细节编辑和纹理映射编辑功能。

2. 光照工具条

光照工具条如图 1.12 所示，该工具条中的四个按钮分别代表点光源、环境光、无光照和光线追踪功能。



图 1.11 输入/输出工具条



图 1.12 光照工具条

3. 选择模式工具条

选择模式工具条如图 1.13 所示，该工具条中的按钮分别代表选择对象、选择面片、面片法向量反向、材质选择、材质编辑以及场景中视点的改变操作等功能。

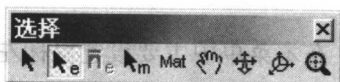


图 1.13 选择模式工具条

4. 显示模式工具条

显示模式工具条如图 1.14 所示, 该工具条中的按钮分别代表场景中对象的不同显示模式, 如点、线框、阴影、纹理、Flat 着色和 Gouraud 着色功能。

5. 场景捕捉工具条

场景捕捉工具条如图 1.15 所示, 该工具条中的按钮分别代表捕捉场景中的静止图像、动画图像、开始录制、暂停录制和停止录制。



图 1.14 显示模式工具条




图 1.15 场景捕捉工具条

1.2.3 基本操作

1. 输入 3DS 文件

执行以下操作可以输入一个 3DS 模型到当前场景中。

(1) 选择菜单【文件】→【输入 3DS 模型】或单击对应的按钮, 将弹出如图 1.16 所示的打开 3DS 文件对话框。

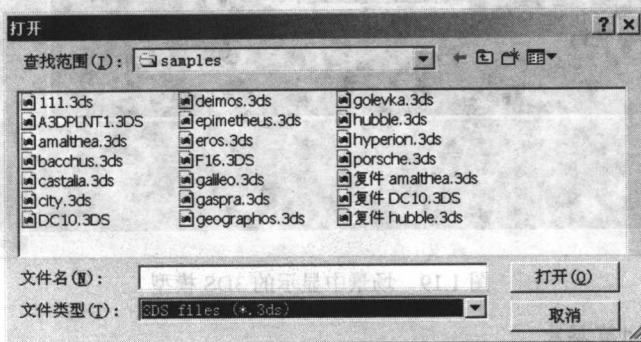


图 1.16 打开 3DS 文件对话框

(2) 选择需要输入的 3DS 文件, 单击“打开”按钮, 将弹出如图 1.17 所示的选择 3DS 对象对话框, 在该对话框中列出了 3DS 文件中包含的全部对象以及每个对象所包含的顶点数和面片数。

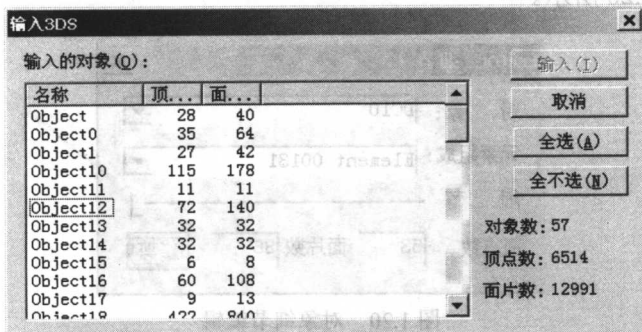


图 1.17 选择 3DS 对象对话框

(3) 选择需要输入的对象，单击“输入”按钮，将弹出如图 1.18 所示的对话框，表示正在进行 3DS 模式输入。



图 1.18 “正在输入”对话框

完成之后，选择的 3DS 模型将显示在场景中，如图 1.19 所示。



图 1.19 场景中显示的 3DS 模型

2. 编辑对象的细节层次

执行以下操作可以编辑场景中对象的细节层次。

选择菜单【查看】→【实用工具栏】→【选择模式】，显示出选择模式工具条，单击“选择面片”按钮。

或者直接选择菜单【选择】→【选择元素】，然后鼠标单击对象上的面片，将弹出一个无模式对话框，如图 1.20 所示。

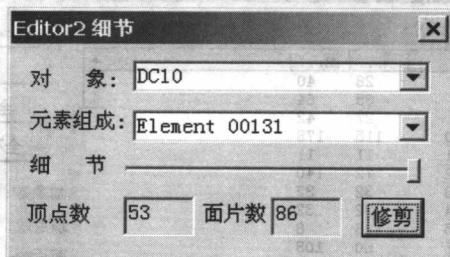


图 1.20 对象细节编辑