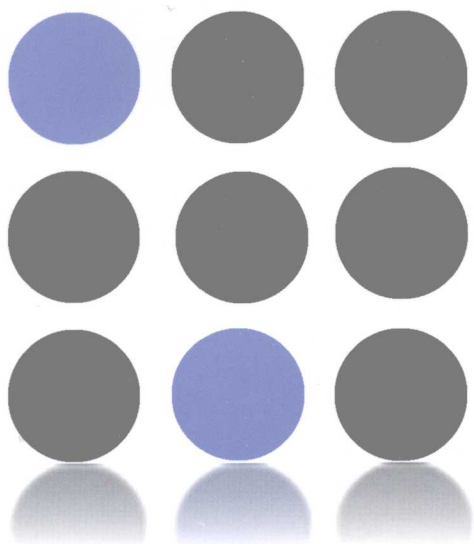


 高等院校计算机专业课程综合实验系列规划教材



丛书主编 何钦铭 陈根才

唐 敏 童若锋 编 著
刘 强 主 审

计算机图形学 课程设计



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

TP391.41/2076D

2008

浙江大学魏绍相计算机教材建设委员会
高等院校计算机专业课程综合实验系列规划教材

计算机图形学课程设计

唐 敏 童若锋 编著

刘 强 主审

计算机图形学课程设计

童若锋 唐敏 编著

刘 强 主审

丛书主编 何国光

丛书副主编 黄敏

责任编辑 黄敏

封面设计 吴昌雷

版式设计 黄敏

浙江理工大学出版社

(杭州天目山路148号 邮编310028)

(E-mail: xupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: http://www.xupress.com)

(http://www.press.zjhu.edu.cn)

电话: 0571-88322293, 88327306 (传真)

地址: 浙江理工大学出版社编辑中心

邮编: 311121 浙江省杭州市富阳区

浙江理工大学出版社

本: 787mm×1092mm 1/16

版: 14.75

字: 371千

次: 2008年7月第1版

印: 0001-3000

号: ISBN 978-7-308-028

价: 30.00元(含光盘)



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

浙江理工大学出版社

浙江理工大学出版社

内 容 提 要

本书密切结合计算机图形学的理论课教学内容和 OpenGL 的主要功能设计实验内容,力求构架理论内容和实用工具的桥梁。本书内容为:编程基础(OpenGL 基础、二维图形绘制、几何变换、观察和投影变换)、中级知识(三维光照、纹理、文字、反走样、曲线曲面、拾取与反馈)、高级话题(三维绘制加速技术、OpenGL 缓存、三维动画模型、OpenGL 着色语言)。书中每个实验都有详细的讲解。

本书所有示例都提供了源代码和实验数据。书后所附光盘分章节列出了相关的项目文件。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学课程设计/唐敏,童若锋编著. —杭州:浙江大学出版社,2008.7

(高等院校计算机专业课程综合实验系列规划教材)

ISBN 978-7-308-05836-0

I. 计… II. ①唐…②童… III. 计算机图形学—高等学校—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 034920 号

计算机图形学课程设计

唐 敏 童若锋 编著

刘 强 主审

丛书主编 何钦铭 陈根才

策 划 黄娟琴 希 言

责任编辑 黄娟琴

文字编辑 吴昌雷

封面设计 氧化光阴

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

电话: 0571—88925592, 88273066(传真)

排 版: 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷: 富阳市育才印刷有限公司

经 销: 浙江省新华书店

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.75

字 数: 371 千

版 次: 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000

书 号: ISBN 978-7-308-05836-0

定 价: 29.00 元(含光盘)

版权所有 翻印必究

印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

专家指导委员会

主 任

齐治昌 国防科技大学教授,教育部软件工程专业教学指导分委员会副主任

副主任

陈道蓄 南京大学计算机系教授,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会副主任

蒋宗礼 北京工业大学计算机学院副院长,教授,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会秘书长

委 员(按姓氏笔画排列)

王志英 国防科技大学计算机学院副院长,教授,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会副主任

左保河 华南理工大学软件学院副教授,教育部高等学校软件工程专业教学指导分委员会委员

刘 强 清华大学副教授,教育部高等学校软件工程专业教学指导分委员会秘书长

孙吉贵 吉林大学计算机学院副院长,教授,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

庄越挺 浙江大学计算机学院副院长,教授,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

吴 跃 电子科技大学计算机学院教授,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

李 彤 云南大学软件学院院长,教授,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

邹逢兴 国防科学技术大学教授,国家级教学名师

陈志刚 中南大学信息学院副院长,教授,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

岳丽华 中国科学技术大学教授,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

徐宝文 东南大学教授,教育部高等学校软件工程专业教学指导分委员会委员

廖明宏 哈尔滨工业大学计算机学院副院长,教授,教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

管会生 兰州大学信息科学与工程学院副院长,教授,教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会秘书长

序 言

近 10 多年来,以计算机和通信技术为代表的信息技术迅猛发展,并已深入渗透到国民经济与社会发展的各个领域。信息技术成为国家产业结构调整 and 推动国民经济与社会快速发展的最重要的支撑技术。与此同时,深入掌握计算机专业知识、具有良好系统设计与分析能力的计算机高级专业人才在社会上深受欢迎。

计算机科学与技术是一门实践性很强的学科。良好的系统设计和分析能力的培养需要通过长期、系统的训练(包括理论和实践两方面)才能获得。高等学校的实践教学一般包括课程实验、综合性设计(课程设计)、课外科技活动、社会实践、毕业设计等,基本上可以分为三个层次:第一,是紧扣课堂教学内容,以掌握和巩固课程教学内容为主的课程实验和综合性设计;第二,是以社会体验和科学研究体验为主的社会实践和课外科技活动;第三,是以综合应用专业知识和全面检验专业知识应用能力的毕业设计。课程实践(含课程实验和课程设计)是大学教育中最重要也最基础的实践环节,直接影响后继课程的学习以及后继实践的质量。由于课程设计是以培养学生的系统设计与分析能力为目标,通过团队式合作、研究式分析、工程化设计完成较大型系统或软件的设计题目的,因此课程设计不仅有利于学生巩固、提高和融合所学的专业课程知识,更重要的是能够培养学生多方面的能力,如综合能力、动手能力、文献检索能力、团队合作能力、工程化能力、研究性学习能力、创新能力等。

浙江大学计算机学院在专业课程中实施课程设计(project)已有 10 多年的历史,积累了丰富的经验和资料。为全面总结专业课程设计建设的经验,推广建设成果,我们特别组织相关课程的骨干任课教师编写了这套综合实验系列教材。本系列教材的作者们不仅具有丰富的教学和科研经验,而且是浙江大学计算机学院和软件学院的教学核心力量。这支队伍目前已经获得了两门国家精品课程以及四门省部级精品课程,出版了几十部教材。

本套教材由《C 程序设计基础课程设计》、《软件工程课程设计》、《数据结构课程设计》、《数值分析课程设计》、《编译原理课程设计》、《逻辑与计算机设计基础实验与课程设计》、《操作系统课程设计》、《数据库课程设计》、《Java 程序设计课程设计》、《面向对象程序设计课程设计》、《计算机组成课程设计》、《计算机体系结构课程设计》和《计算机图形学课程设计》等十三门课程的综合实验教材所组成。该系列教材构思新颖、案例丰富,许多案例直接取材于作者多年教学、科研以及企业工程经验的积累,适用于作为计算机以及相关专业课程设计的实验教材;也适用于对计算机有浓厚兴趣的专业人士进一步提升计算机的系统设计与分析

能力。从实践的角度出发,大部分教材配备了随书光盘,以方便读者练习。

可以说,本套教材涵盖了计算机专业绝大部分必修课程和部分选修课程,是一套比较完整的专业课程设计系列教材,也是国内第一套由研究型大学计算机学院独立组织编写的专业课程设计系列教材。鉴于书中难免存在的谬误之处,敬请读者指正,以便不断完善。

主编 何钦铭、陈根才

2007年6月于求是园

前 言

章 8 章

Chapter 8 /

景目书文目

DisplayList /

景目书文景景

Standalone Bunny /

对于计算机图形学的学习通常会陷入两难的境地：一方面，计算机图形学示例中的美丽图形对于学习者有巨大的吸引力；另一方面，美丽图形后隐藏的三维几何、图形编程的复杂思路和细节常常令人沮丧。几乎每个图形学编程者都曾经历这样的过程：对于美好目标的追求，克服种种困难打开了隐秘的机关，最终享受获得成果的喜悦。

本书的写作目标是希望对已有的基于 OpenGL 的图形学编程经验进行总结，使读者避免走各种歧路，快速掌握重点知识。

本书作为一本计算机图形学课程的实验教材，侧重于基于 OpenGL 的图形学编程知识，将图形学中的各种理论知识通过使用 OpenGL 的 API (Application Programming Interface, 应用程序编程接口) 进行实现。通过这个过程，既可以对理论知识有更加直观深入的认识，又有助于培养和锻炼自身的编程开发能力。这两方面能力的培养，对于学好计算机图形学这门实践性很强的课程是非常重要的。

本书覆盖的计算机图形学基础知识可以分为如下三个层次。

- 编程基础：OpenGL 基础、二三维图形编程；
- 中级知识：三维光照、纹理、文字、反走样、曲线曲面、拾取与反馈；
- 高级话题：三维绘制加速技术、OpenGL 缓冲区、三维动画模型、最新的 OpenGL 着色语言。

本书的内容尽量在广度和深度间取得平衡：配合计算机图形学课程的主要内容，及时反映 OpenGL 的最新进展。例如 OpenGL 着色语言的编写参考了 2006 年推出的 OpenGL 2.1 规范的部分内容。

本书的每一章均独立组织，以开发教程的形式对知识点进行讲解，首先介绍该知识点的目标、编程 API，并结合示例代码进行详细分解，最后给出小结和习题。

如果读者已经具有较好的 OpenGL 基础，只想了解某些章节的知识，可以直接跳到该章节开始阅读；而对于计算机图形学编程的初学者，则推荐按照本书的 3 个层次顺序进行阅读。

本书为计算机图形学的实验课教材，教师可以在讲述了相关图形学理论知识后，让学生阅读本书的相应章节，并将习题作为实验课的实验内容，让学生进行练习。

本书内容主要来自作者本身的科研和教学实践。两位作者有多年计算机图形学开发实践经验，并一直从事计算机图形学课程的本科教学工作。

本书的习题大多来自浙江大学计算机科学与技术学院和软件学院本科生计算机图形学实验课的实验内容。从作者的教学实践来看，这些习题具有较强的适用性和较大的灵活性，为学生进行实验提供了扩展空间。

另外,本书的部分内容还参考了国内外许多计算机图形学开发者编写的优秀教程。

本书中的所有示例都提供了源代码和实验数据。在本书的光盘中,分章节列出了该章节相关的项目文件。例如第 8 章“加速渲染”的相关示例——项目 DisplayList、VBO、VertexArray,以及实验数据 Stanford_Bunny 等,可以从下面的目录获得:

Chapter 8\		第 8 章
	DisplayList\	项目文件目录
	Stanford_Bunny\	实验数据文件目录
	VBO\	项目文件目录
	VertexArray\	项目文件目录

本书的示例是使用 Microsoft Visual Studio 2005 开发的,可以在 Windows 2000/XP/Vista 平台下编译运行。

编译本书代码还需要安装 NVIDIA SDK 9.5。NVIDIA 公司是世界上最大的显卡制造商之一,其在 2007 年推出的开发包 SDK 9.5 对 OpenGL 编程提供了许多辅助开发工具。在本书的许多示例中,使用了其提供的 Glut 框架、鼠标跟踪球、OpenGL 扩展检测和初始化等。该开发包可以从下面的网址获得:http://developer.download.nvidia.com/SDK/9.5/NVIDIA_SDK_9.51.0108.0100.exe。该开发包提供的开发工具并不限定在 NVIDIA 公司的显卡上使用,在 ATI/AMD、3DLabs 等其他图形硬件厂商的显卡上也可以使用。NVIDIA SDK 9.5 包含了大量使用 OpenGL 开发的演示程序,并提供了源代码和相关文档供开发者参考,是非常优秀的 OpenGL 学习资料。

在安装 NVIDIA SDK 9.5 后,还需要在 Microsoft Visual Studio 2005 中设置相关目录,对于头文件的包含路径设置参见图 a,对于库文件的包含路径设置参见图 b。

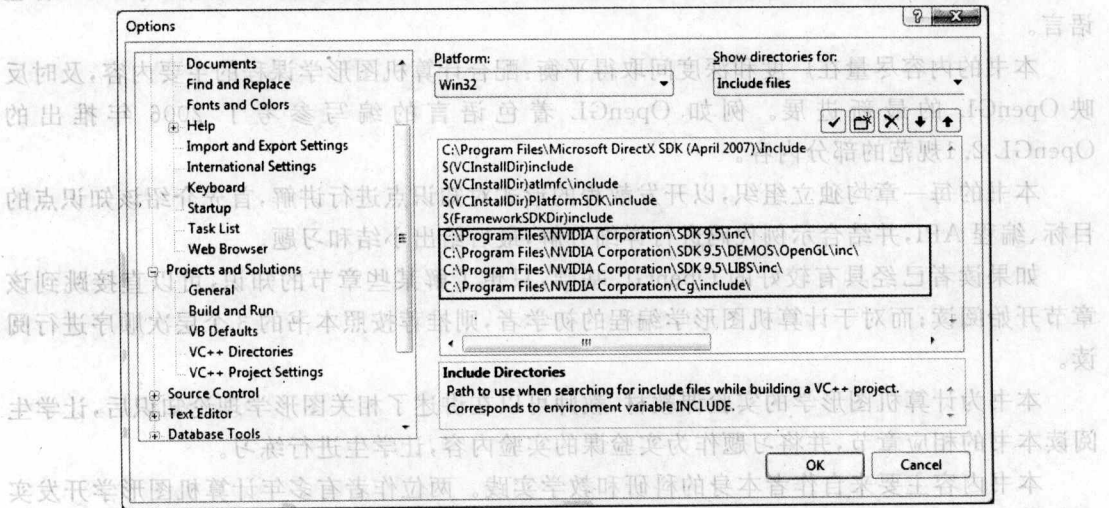


图 a 设置头文件的包含路径

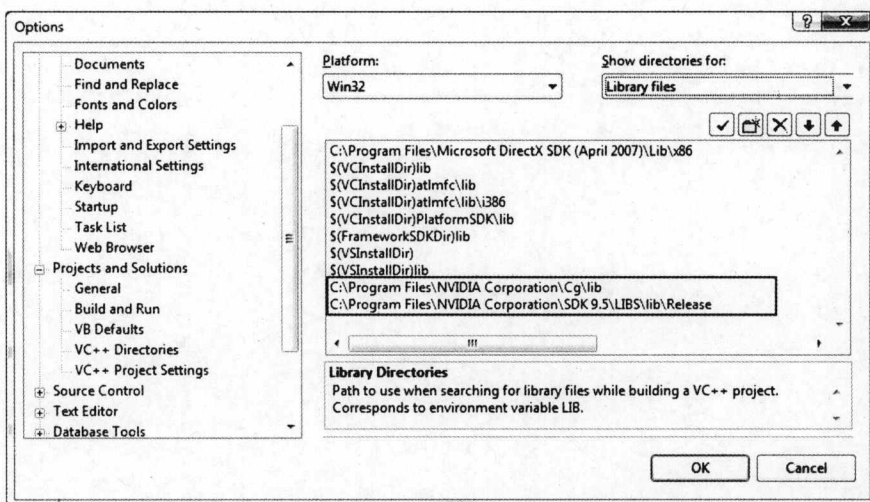


图 b 设置库文件的包含路径

作者非常期待能得到读者的反馈,无论是关于书中的错误或疑问、更好的代码或实现还是其他的建议,请发送邮件至 tang_m@zju.edu.cn 和 trf@zju.edu.cn。

作者

2008 年 4 月

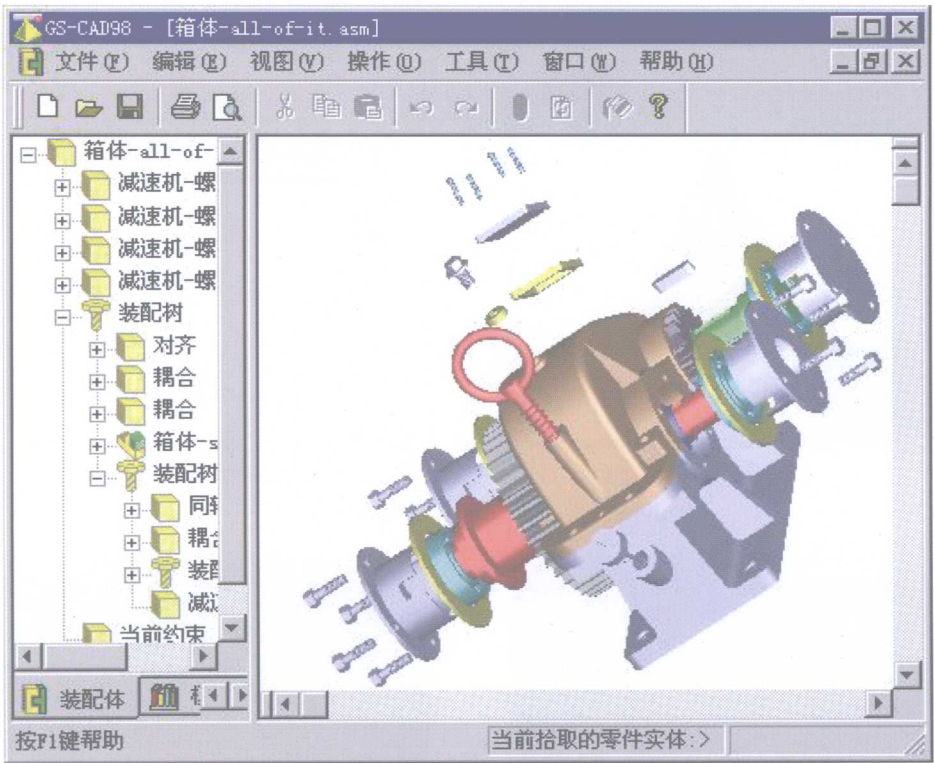


图 1.6 基于 OpenGL 的三维 CAD 系统——GSCAD 系统

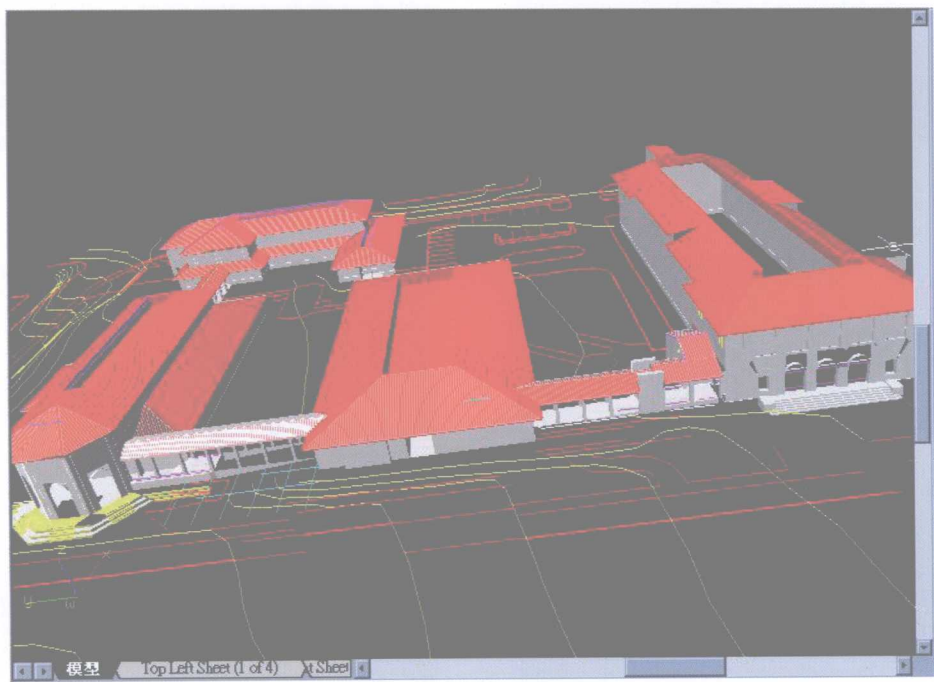
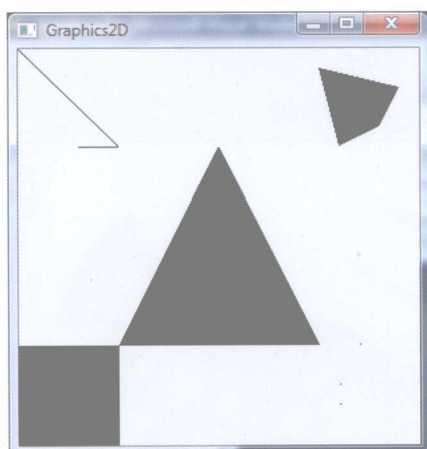
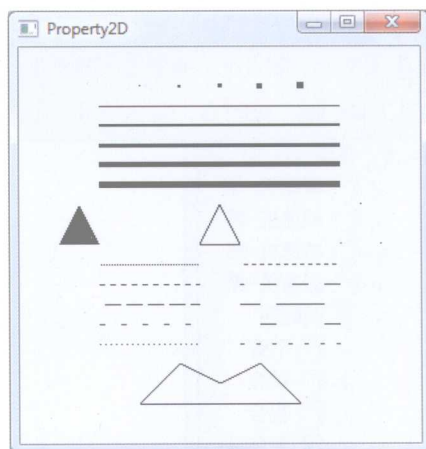


图 1.7 基于 OpenGL 的三维建筑 CAD 系统——ECAD 系统

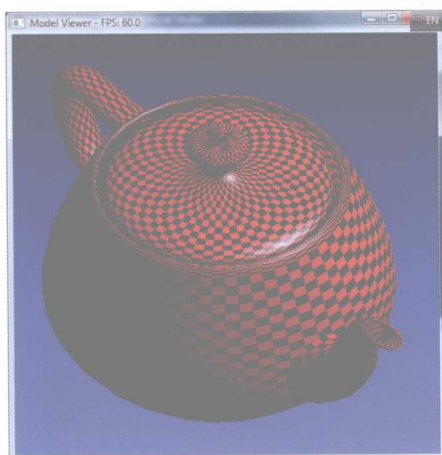


(a)OpenGL 图元

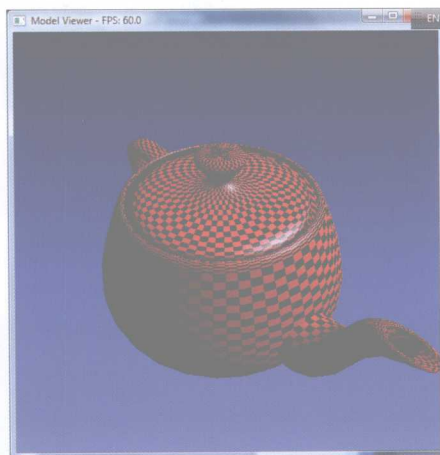


(b)不同属性的 OpenGL 图元

图 2.1 OpenGL 二维图形绘制



(a)正投影



(b)透视投影

图 3.1 三维图形绘制示例

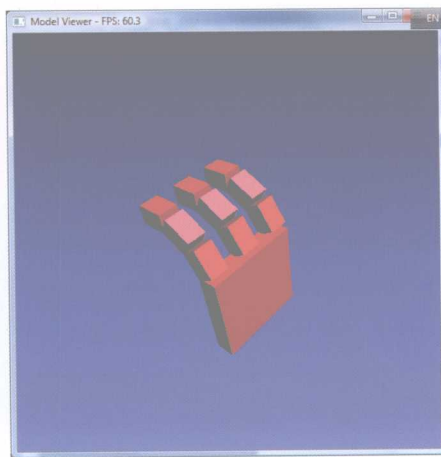
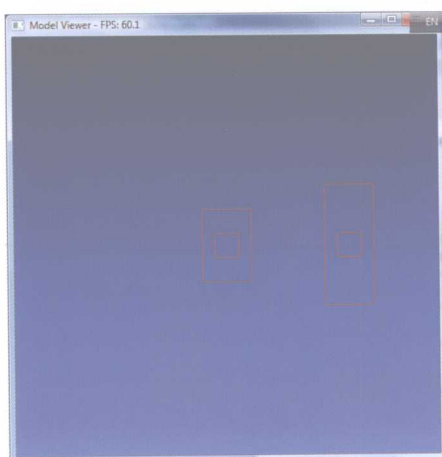


图 4.1 几何变换示例

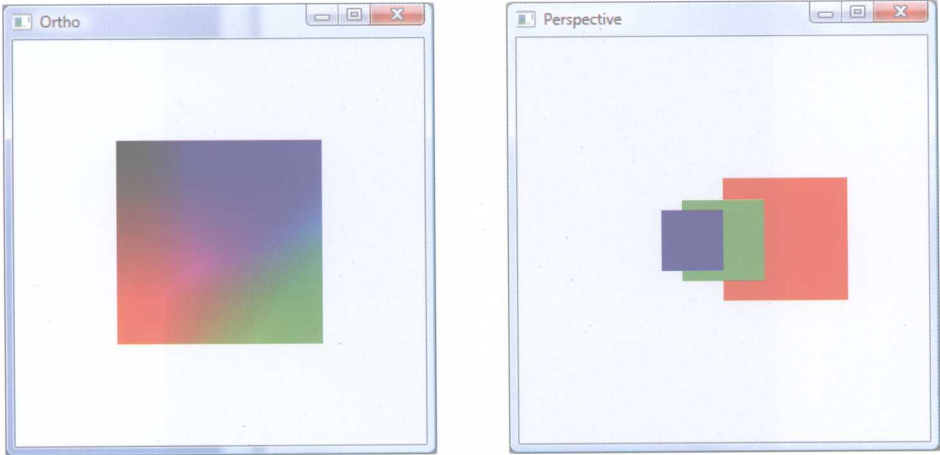


图 5.1 投影变换示例

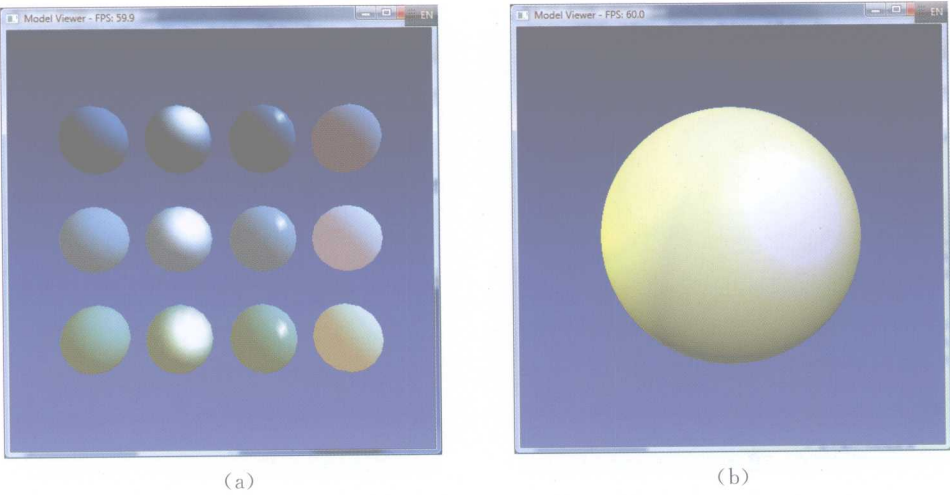


图 6.1 光源和材料的绘制示例

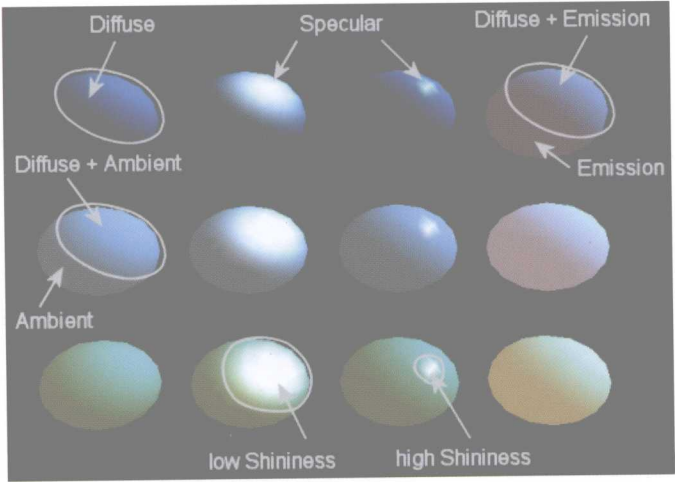


图 6.7 不同材料属性球体的照明效果



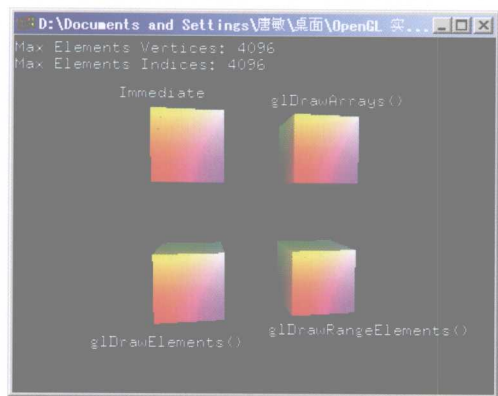
图 7.1 Unreal 游戏引擎中的阴影贴图



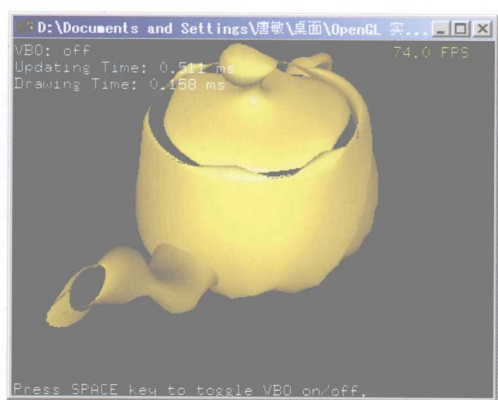
图 7.3 多边形纹理映射示例



图 7.17 一个戏院场景中的阴影贴图

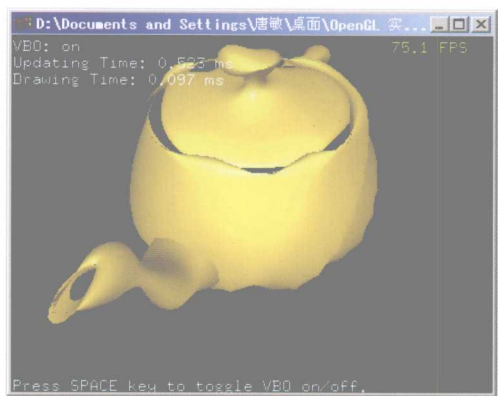


(a)使用顶点数组加速渲染



(b)使用顶点缓冲对象实时振荡的茶壶

图 8.1 加速绘制技术示例



(a)使用 VBO 绘制

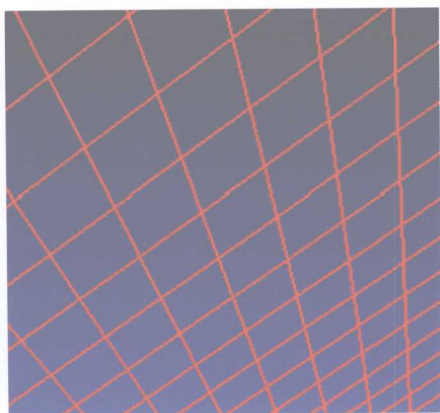


(b)使用顶点数组绘制

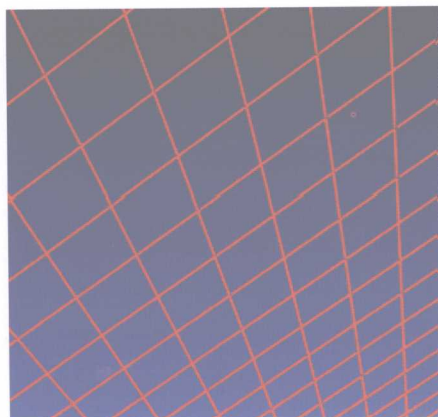
图 8.6 采用 VBO、顶点数组来绘制顶点沿着法向振荡的茶壶



图 9.1 基于 OpenGL 的汉字绘制

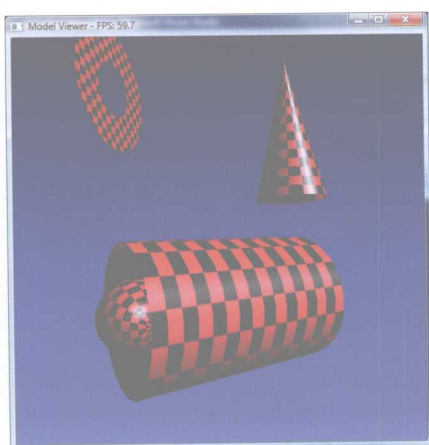


(a)未使用反走样绘制的线条

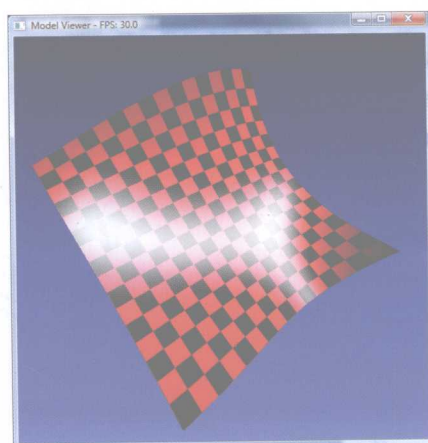


(b)使用反走样绘制的线条

图 10.1 模型的积累缓存反走样

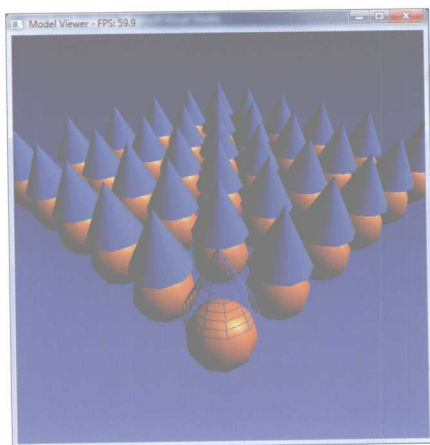


(a)二次曲面

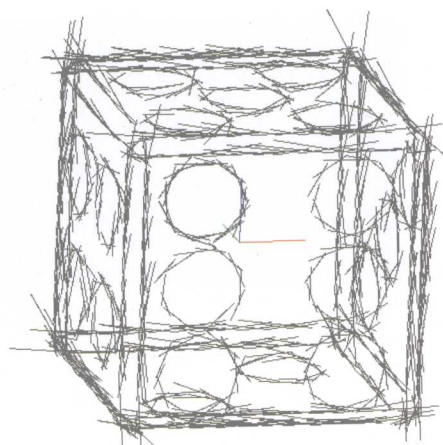


(b)NURBS 曲面

图 11.1 曲线和曲面绘制

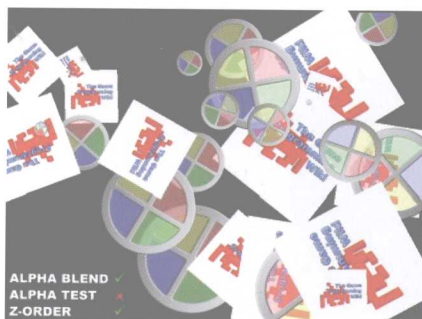


(a)拾取物体

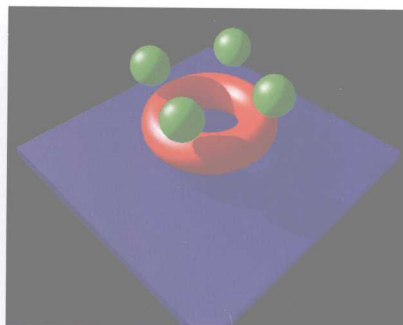


(b)移动设备上的图形绘制

图 12.1 拾取和反馈



(a)使用 Alpha 测试绘制透明图片

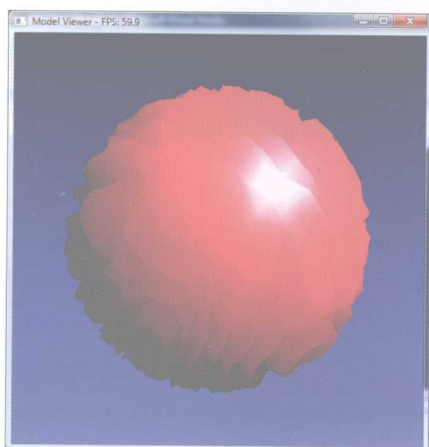


(b)使用深度缓存绘制阴影

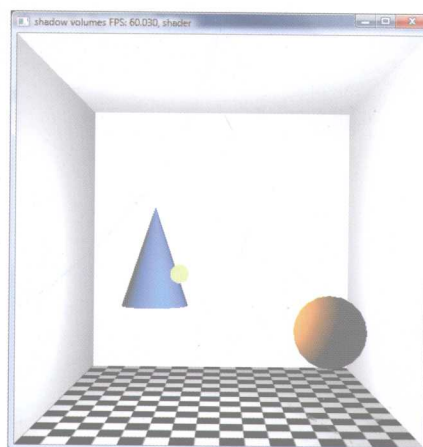
图 13.1 OpenGL 缓存



图 14.1 从 MD2 文件中载入的三维模型动画序列



(a)表面跳动的球体



(b)像素级光照

图 15.1 OpenGL 着色语言

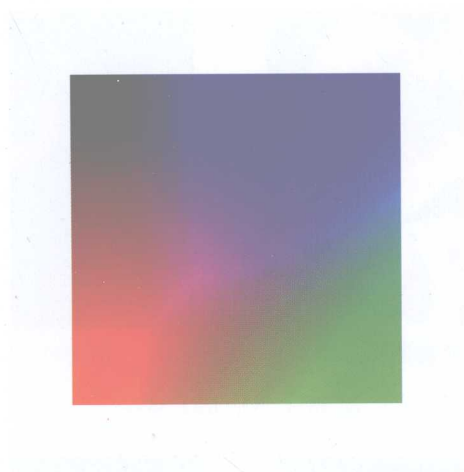


图 15.3 片段的颜色由顶点颜色插值计算

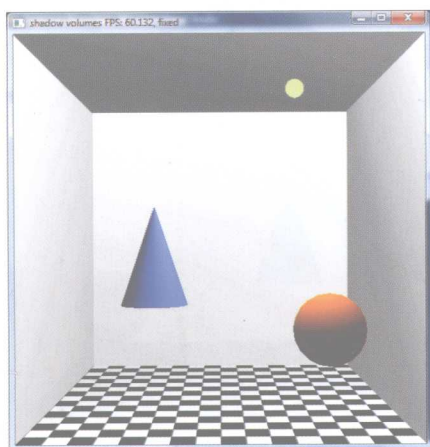


(a) 规则球体

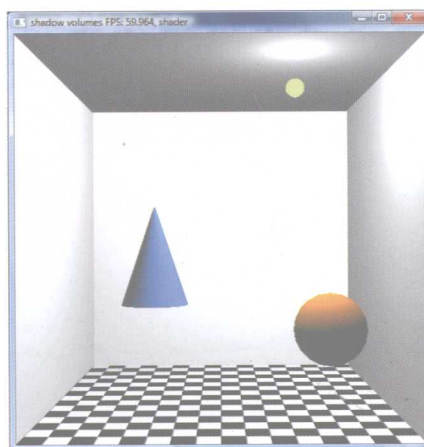


(b) 波动形状

图 15.8 一个规则的球体与它的波动变形



(a)



(b)

图 15.10 固定流水线的顶点级光照(a)与使用着色器的像素光照(b)