



微软编程系列

Microsoft®



内附光盘

Direct 3D[®]

技术内幕

光盘中包含：
DirectX 7 SDK
本书电子版（英文）

Microsoft Windows
实时 3D功能和性能
的权威指南

[美] Peter J. Kovach 著
李 晔 等译



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

Microsoft Press

微软编程系列

Direct3D 技术内幕

[美] Peter J. Kovach 著

李 晔 等译

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

Direct3D 技术内幕

Inside Direct3D

Peter J. Kovach

Copyright© 2000 by Peter J. Kovach.

Original English Language Edition Copyright© 2000 by Peter J. Kovach

Published by arrangement with the original publisher, Microsoft Press,
a division of Microsoft Corporation, Redmond, Washington, U.S.A.

本书中文版由 Microsoft Press 授权清华大学出版社出版。

北京市版权局著作权合同登记号 图字 01-2000-2242 号

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: Direct3D 技术内幕

译 者: 李 晔等

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 陈 萍

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 23.75 字数: 519 千字

版 次: 2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900635-27-0

印 数: 0001~5000

定 价: 58.00 元

前言

在我最喜欢的电视剧《辛普森》中有一段情节,洪默得到了一份为卡通剧《鳖脚的演出》(The Itchy and Scratchy Show)的角色配音的工作。在录音的开始阶段,洪默以他经典的笨拙方式,询问这部分情节是不是现场直播。制片人满脸嘲讽地回答他:“不,洪默。很少有现场直播的卡通节目——这会让卡通漫画家的手腕太过劳累。”确实,对于人类来说这不太可能,但个人计算机现在可产生“逼真的”三维动画。虽然还无法做到使实时渲染的场景与照片毫无差别,但每秒 60 帧而每帧中又含有几千个多边形却能够创造一个非常可信的世界。现在出售的几乎所有的计算机系统都含有专用于加速三维图形渲染的芯片——有些甚至比主微处理器更复杂。年复一年,推向市场的图形处理器以显著的速度不断增强其功能。其结果就是计算机游戏中的图形比以前更加光彩夺目。

Microsoft 公司的 Direct3D 创作小组进行了一项具有挑战性的工作,即为软件开发人员提供 API,这样就使开发人员能够充分利用这种技术。由于图形处理公司的创新工作速度令人难以置信,所以跟上潮流是一个连续的过程。使 API 便于使用——但仍然具有完全的灵活性和闪电般的速度——这是永恒的目标。随着每个版本的 Direct3D 的推出,它更加高效,而且功能更加强大。有时添加一种功能(如自动纹理管理)只是为了使程序员的工作更简单。还有一些功能(如模板缓冲区)需要程序员进行额外的了解和编程工作,但结果却是能够更自由地创建更真实的、更引人入胜的游戏世界。

在本书中, Peter Kovach 对 Direct3D API 进行了精彩介绍,这将帮助您学习像一名专家那样使用三维图形技术的方法。他还展示了使用相关 DirectX API 进行输入并联网以编写完整游戏的方法。制作好玩的游戏的工作就像拦路石挡在您的面前,但如果彻底了解了 Direct3D 的功能,您的工作就能畅通无阻。

Michael Anderson
DirectX SDK 小组

鸣 谢

首先要感谢 William Chin,是他提出了 RoadRage 游戏的创意,并开发了最初的 RoadRage 代码,后来我们扩充了这些代码并在本书从始至终使用它们。William 的工作非常出色,他为 RoadRage 程序付出了大量的努力。William,在这个项目中我们的合作非常愉快,我期待着今后的再次合作。

William 和我以及所有其他 Head Tapper Software 的小组成员现在正在开发一个新游戏——RamRaider。这个游戏不但结合了 RoadRage 的所有功能,而且添加了许多新功能。这个游戏将作为共享软件发布。有关该游戏以及我们的软件开发公司——Head Tapper Software 的详细信息,请访问网站 www.headtappersoftware.com。

还要感谢下面各位,他们也是 Head Tapper Software 的成员,参与了 RoadRage 所使用的模型和纹理的开发工作。他们是:Mark Bracey、Blair Harris Burnill、James Glendenning 和 Correia Emmanuel。

我要特别感谢 Microsoft Direct3D SDK 小组的 Michael Anderson。他逐字逐句地阅读了本书,并提出了许多宝贵的改进建议。

另外,我要感谢所有 Microsoft 公司,特别是 DirectX 小组和 Microsoft Press 的同仁(他们是 Eric Stroo、Sally Stickney、Donnie Cameron 和 Dail Magee Jr.)。我还要感谢为本书附随的光盘提供资料的人员和公司:Okino Computer Graphics, Inc. 公司的 Robert Lansdale, MadOnion.com, Credo Interactive Inc., Indotek、Hyperionics 公司的 Greg Kochaniak, 以及 Phillip Martin。

感谢父亲和母亲对我的一贯支持,是他们让我了解我能够做自己想做的任何事情。您们永远都不知道我的下一步计划,是吗?

最后,尤其要感谢我的妻子 Monica 和我的女儿 Shannon。感谢你们支持我夜以继日地写作和随时进行的编程工作。Shannon,我深深地爱你,你是世界上最好的女儿;Monica——我永远爱你,海枯石烂不变心。

Peter Kovach

2000 年 2 月

简 介

随着 Microsoft Windows 95 的推出,游戏开发人员有机会开发基于 Windows 的游戏,这些游戏具有比早期的 Windows 版本可能提供的强大得多的功能。但是,即使利用这些功能,在 Microsoft 推出 DirectX 之前,连续和高效地访问多媒体硬件也不是件简单工作。DirectX 不但能够提供对硬件的访问以及由此带来的令人难以置信的高速性能,还可使硬件开发人员更加容易地开发可良好地工作于 Windows 环境的新设备。DirectX API 消除了开发人员自己编写低级、用于访问硬件(如显示适配器和网卡)设备相关的代码的必要性,使得编写可充分利用计算机的多媒体功能的程序更加简单。

本书重点介绍了 DirectX 的 Direct3D Immediate Mode API。Immediate Mode 提供了快速的开发库,它可与用于实现声音、设备输入、网络游戏以及显示设备处理的其他 DirectX API 密切合作。为了教会您开发一种支持所有这些功能的**真正**的应用程序,我还会介绍开发利用和集成其他 DirectX API 的方法。在本书的最后,您将看到如何实现带有复杂的 3D 图形、动画角色、多种输入设备支持(包括简单的力反馈支持)、声音以及通过调制解调器、网络或直接串行连接的多人游戏功能的复杂 3D 游戏。

编写本书的原因在于,尽管已经有几本关于 DirectX API 的书籍,它们包括了 Direct3D Retained Mode,但截止到今天,还很少有关于 Direct3D Immediate Mode 的书籍。缺乏有关 Immediate Mode 的书籍的原因是,与提供了高级的库、便于使用的命令的 Retained Mode 不同,Immediate Mode 具有更大的挑战性——但效率也更高——的 API,多数游戏开发人员都在其专业的游戏和引擎开发过程中采用了这种 API。正是由于这一原因,多数人都选择以前使用 DirectX Immediate Mode 开发的程序代码——以及从中得到的经验教训——并保留其所有权。William Chin(RoadRage 游戏的原创者)和我选择与本书一起免费提供游戏引擎,从而帮助人们进入由于商业上行得通的引擎开发的复杂性而通常很难了解的这类软件市场。我曾经看到很多人为了尝试如何使用多个 DirectX API 的命令以创建一个能够正常工作的 3D 应用程序而努力。尽管开始 Direct3D API 有些令人畏惧,但我相信到本书最后,您将完全了解 DirectX API 的强大功能,并知道如何以有效和明智的方式将它们结合在一起完成工作。

在这些内容的武装之下,您就能够勇往直前,利用 Direct3D 轻松完成游戏的开发工作了。在详细演示 Direct3D 中建立真实世界应用程序的过程中,我希望为您提供创建自己的 Direct3D 应用程序所需要的基础和信心。在这个基础之上,我希望能够消除您最初开

发 Immediate Mode 应用程序时的忐忑不安。利用 Immediate Mode 以及本书提供的代码框架,您应当能够建立功能强大、快速、商业品质的应用程序。这也正是所有商业游戏开发人员都愿意采用 Immediate Mode 而不是其他 API 的原因所在。在结束本书的学习后,我可以保证您也会选择这条道路。

让我们就此开始 Direct3D 的学习吧!

本书随附光盘的使用

随附的光盘中包括本书的所有程序代码。与市场中的多数图书不同,这些图书通常提供大量简单的小程序,这些小程序以相对独立的方式展示了命令的工作过程(例如,表现显示某个三维图形的方法,但略去了为该图形增加阴影、动画、纹理以及将之组合在一起的方法,略去了使您能够控制它并使它能够与其他对象交互的方法),本书则将为您提供开发一个完整 3D 应用程序的全部过程。本书中每章的内容都建立在前一章内容的基础之上,并将演示下列功能:

- 介绍编写代码来控制窗口式和全屏幕功能的方法;
- 创建包括街道和田野的复杂 3D 世界;
- 在场景中添加 3D 对象,如建筑物、为场景提供光线的街灯,以及标志;
- 为场景中的对象着色;
- 为场景添加纹理;
- 为场景添加动画角色;
- 添加声音;
- 添加键盘、游戏杆和鼠标输入;
- 添加雾;
- 添加网络游戏功能。

到本书的最后,您就能够了解如何建立一个可工作的 3D 应用程序了。在这个程序中,您可以创建新的 3D 环境,然后可在这个环境中驾驶或漫步,还可以射击并能够看到武器开火时的火焰,并可与其他游戏者进行对战。最重要的是,即使使用了所有这些高级功能,该游戏仍可在带有价格低廉的 3D 加速器的系统中以每秒 30~60 帧的速率运行。

随附的光盘中还包括 Microsoft DirectX 7 Software Developer's Kit (SDK,软件开发人员的配套工具)。为了编译和运行本书讨论的 RoadRage 程序代码,就必须安装该软件。SDK 中含有文档、运行时文件、数据头和作为 DirectX 发布产品的一部分库。在 SDK 中还包括由 DirectX 小组开发的许多实例项目,它们是基于光盘的产品的标准部分,介绍了利用 DirectX 功能执行代码的方法实例。

除了程序代码和 DirectX 7 SDK 之外,在随附的光盘中还可找到许多第三方案程序和 3D 对象,它们有助于充分利用 RoadRage 代码和 DirectX:

- Quake 2 Modeller;
- 3DMark 2000;
- Render It 3D! 3.02(评测版);
- LifeForms 3 演示、动画人物模型以及由 Credo Interactive 提供的动画模型;
- PolyTrans, 由 Okino Computer Graphics 提供。

最后,光盘中还提供本书的完整电子版本(英文版)。电子版图书中包含了热链接和完整的搜索功能。

代码的组织方法

随附光盘中的安装程序将把\RoadRage 目录下的示例代码安装在硬盘中。每章中用于演示那部分内容中所讨论的 Direct3D(及其他 DirectX)功能的代码将存储在主要提示目录(例如 \RoadRage \Chap4)的子目录中。可通过选择 File 菜单中的 Open Workspace 命令,然后从顶层提示目录中选择文件 roadrage.dsw,即可载入以 Microsoft Visual C++ 编写的所有项目的 make 程序的描述文件(makefile)。一旦载入了该文件,就可选定某个章节,通过在 FileView 窗口中用鼠标右键单击它,然后选择 Set As Active Project 命令的方法进行编译。为了完成章节中代码的编译工作,只需选择 Build 菜单中的 Rebuild All 命令。

在开始阅读本书之前,请安装光盘中的程序代码。这样可便于在阅读过程中使用这些代码,而且还可做好阅读完该章节内容后进行编译过程的准备工作。我认为,学习的最好方法是对所学的内容立即进行练习。通过载入和使用每章中的程序代码,能够在忘记它们之前学会它们。这种及时的巩固措施有助于加深对前面所学内容的印象,这将对本书的学习和开发工作带来好处。书中并不一定包含光盘中案例的所有代码。我将介绍对于学习 Direct3D Immediate Mode 以及将其他 DirectX API 结合到您的程序代码中最为重要的所有程序。不要试图键入书中的代码,并希望它们运行出结果。尽管本书列出并讨论了所有重要的例程,但是光盘中某些案例中许多用于 Windows/全屏幕处理、基本对象处理等功能的辅助性例程并未在书中体现。代码的运行需要这些辅助例程,如果将它们列在书中,只能增加数百页的篇幅,但是却没有多大用处。

系统需求

为了更有效地使用本书,应当有 Microsoft Windows 98(尽管 Microsoft Windows 95 也可

较好地工作)和一台带有 3D 加速器的 PC 机(或至少是基于 Pentium II 的机器)。还可使用 Microsoft Windows 2000,它已经将 DirectX 7 集成在系统中。在本书中我全部使用 C++ 表示法,因此,您应当拥有或去购买 Microsoft Visual C++。(光盘中的项目使用的是 Visual C++ 6。)

我不想教您怎样使用编译器,因为我假设您已经具有了这方面的工作经验,并可很轻松地完成载入和编译工作。我还假定您了解 C(以及一些 C++,因为在书中和光盘中的代码都专门使用了这种表示法)。

目 录

第 1 章 DirectX 基础	1
1.1 DirectX API	2
1.1.1 DirectDraw	2
1.1.2 Direct3D	2
1.1.3 DirectMusic	3
1.1.4 DirectSound	3
1.1.5 DirectPlay	3
1.1.6 DirectInput	4
1.1.7 DirectSetup	4
1.2 Direct3D 作为 DirectX API 时的工作方式	4
1.3 使用 DirectX API 所应了解的知识	5
1.3.1 什么是 COM 对象	5
1.3.2 AddRef 和 Release 方法的用途	6
1.3.3 C 和 C++ 调用 DirectX 方法的差别	6
1.3.4 返回代码	7
1.4 Direct3D Framework	8
1.5 结束语	8
第 2 章 Direct3D 程序中的 Windows 代码	9
2.1 Windows 代码的组织方法	9
2.1.1 用于指定所包含文件和定义 GUID 的代码	10
2.1.2 CMyD3DApplication 和 CD3DApplication 类	11
2.1.3 建立主窗口和消息处理	14
2.1.4 建立消息处理循环	16
2.1.5 建立应用程序的窗口进程	21
2.2 目前的程序代码	28
2.3 结束语	29
第 3 章 创建 Direct3D 程序的 DirectDraw	30
3.1 DirectDraw 和多显示器	31

3.2	建立 DirectDraw	32
3.3	创建保存所列举设备的数据结构	33
3.4	列举 DirectDraw 设备	34
3.5	创建 DirectDraw 对象	38
3.6	列举显示模式	39
3.7	列举 Direct3D 设备	41
3.8	选择 Direct3D 设备	44
3.9	利用 CD3DFramework7 对象初始化 DirectDraw	46
3.10	设定协作级别	52
3.11	创建表面	54
3.11.1	前缓冲区、后缓冲区和裁剪程序	55
3.11.2	全屏幕缓冲区	55
3.11.3	窗口模式缓冲区	59
3.12	界面的翻动	62
3.13	目前的程序代码	64
3.14	结束语	65
第 4 章	用于 DirectX 应用程序的 Direct3D	66
4.1	Direct3D Immediate Mode 的对象和接口	66
4.1.1	DirectDraw 对象	66
4.1.2	DirectDrawSurface 对象	66
4.1.3	Direct3DDevice 对象	67
4.1.4	Direct3DVertexBuffer 对象	68
4.2	创建 Immediate Mode 的应用程序	68
4.2.1	步骤 1: 初始化应用程序	70
4.2.2	步骤 2: 判定 DirectX 的版本	70
4.2.3	步骤 3: 列举可用的 Direct3D 设备	71
4.2.4	步骤 4: 选择 Direct3D 设备	71
4.2.5	步骤 5: 获取 IDirectDraw7 接口	72
4.2.6	步骤 6: 从 IDirectDraw7 获取 IDirect3D7 接口并创建 Direct3D 设备	73
4.2.7	步骤 7: 创建深度缓冲区	82
4.3	目前的程序代码	87
4.4	结束语	88
第 5 章	Direct3D 顶点及转换和照明流水线	89
5.1	T&L 流水线概述	89

5.1.1	世界转换	90
5.1.2	视图转换	91
5.1.3	照明	92
5.1.4	投影转换和观察平截面	92
5.1.5	裁剪	93
5.1.6	除以 w 或非均匀	94
5.1.7	视口缩放	94
5.2	顶点	94
5.2.1	灵活的顶点格式	95
5.2.2	左手和右手坐标系	96
5.2.3	跨距顶点格式	96
5.2.4	顶点缓冲区	98
5.3	建立 T&L 流水线矩阵	99
5.3.1	世界矩阵	99
5.3.2	观察矩阵	104
5.3.3	投影矩阵	104
5.4	视口	105
5.4.1	创建视口	106
5.4.2	建立视口	106
5.4.3	清理视口	107
5.5	照明	108
5.5.1	环境光	109
5.5.2	直射光	110
5.5.3	光的颜色与材料颜色	111
5.5.4	光的类型	111
5.5.5	光的属性	113
5.5.6	设置光的属性	116
5.5.7	检索光的属性	117
5.5.8	启用和禁用照明引擎	118
5.5.9	启用和禁用某种光	118
5.6	目前的程序代码	118
5.7	结束语	119
第 6 章	渲染 3D 图元	120
6.1	BeginScene 和 EndScene 方法	120
6.2	索引和无索引图元	121

6.3	DrawPrimitive 方法	122
6.3.1	DrawPrimitive	122
6.3.2	DrawPrimitiveStrided	123
6.3.3	DrawPrimitiveVB	124
6.3.4	DrawIndexedPrimitive	125
6.3.5	DrawIndexedPrimitiveStrided	126
6.3.6	DrawIndexedPrimitiveVB	127
6.4	图元的类型	127
6.4.1	点列表	128
6.4.2	线列表	130
6.4.3	线条	131
6.4.4	三角形列表	133
6.4.5	三角条形	134
6.4.6	三角扇形	136
6.5	设置渲染状态	137
6.5.1	Alpha 混合状态	139
6.5.2	Alpha 测试状态	139
6.5.3	环境光状态	140
6.5.4	消除锯齿状态	140
6.5.5	裁剪状态	141
6.5.6	颜色键控状态	141
6.5.7	清除状态	141
6.5.8	深度缓冲状态	142
6.5.9	填充状态	143
6.5.10	雾化状态	143
6.5.11	照明状态	144
6.5.12	轮廓状态	144
6.5.13	单顶点颜色状态	144
6.5.14	阴影状态	145
6.5.15	模板缓冲状态	145
6.5.16	纹理透视状态	146
6.5.17	纹理包装状态	147
6.5.18	顶点颜色照明状态	147
6.5.19	Z 偏差状态	147
6.6	内插值: Gouraud 阴影和扩散照明	148

6.7 创建 3D 应用程序	149
6.7.1 调用模型	149
6.7.2 设备初始化	150
6.7.3 处理每帧的活动性	151
6.7.4 渲染帧	151
6.8 目前的程序代码	151
6.9 结束语	152
第 7 章 键盘和游戏杆输入	154
7.1 创建 DirectInput 对象	154
7.2 获取键盘、鼠标或游戏杆	160
7.3 力反馈	173
7.3.1 创建力	175
7.3.2 创建 DirectInput 力	176
7.4 结束语	185
第 8 章 纹理	186
8.1 纹理坐标	186
8.2 创建纹理表面	187
8.3 纹理管理	195
8.4 纹理压缩	197
8.4.1 DXT 格式	197
8.4.2 使用 DXT 表面	199
8.5 多纹理映射	203
8.5.1 创建多纹理映射纹理	204
8.5.2 访问多纹理映射级别	206
8.5.3 设置多纹理映射 LOD 偏移量	207
8.6 纹理过滤	208
8.6.1 最近点取样	208
8.6.2 线性纹理过滤	209
8.6.3 各向异性的纹理过滤	210
8.6.4 多纹理映射纹理过滤	210
8.7 纹理接口指针	211
8.8 纹理阶段	212
8.9 纹理混合	215
8.9.1 多遍纹理混合	215

8.9.2 单遍多纹理混合	217
8.9.3 凸起花纹映射	220
8.10 纹理寻址模式	226
8.10.1 边框颜色纹理寻址模式	226
8.10.2 夹持纹理寻址模式	227
8.10.3 镜像纹理寻址模式	227
8.10.4 包装纹理寻址模式	228
8.11 纹理包装处理	229
8.12 目前的程序代码	230
8.13 结束语	231
第 9 章 雾化处理	232
9.1 雾化处理公式	233
9.2 创建雾化效果	234
9.3 像素雾化	238
9.4 目前的程序代码	241
9.5 结束语	247
第 10 章 Alpha 混合处理	249
10.1 利用帧缓冲区混合	249
10.2 特殊效果	251
10.2.1 有雾环境中的发射对象	252
10.2.2 镜头眩光	252
10.2.3 照明图	253
10.2.4 有色玻璃	253
10.3 Alpha 测试	254
10.4 颜色键控透明性	255
10.5 Alpha 可用的调色板化纹理	257
10.6 利用 Alpha 的纹理阶段	257
10.7 遗留混合模式和纹理阶段	258
10.8 Alpha 自左乘与非自左乘	260
10.9 目前的程序代码	260
10.10 结束语	261
第 11 章 照明映射和环境映射	262
11.1 照明映射	262

11.1.1 多遍纹理混合的照明映射	265
11.1.2 纹理阶段照明映射	266
11.2 环境映射	269
11.2.1 球形环境映射图	270
11.2.2 立方体环境映射图	271
11.3 目前的程序代码	276
11.4 结束语	276
第 12 章 模板缓冲区	278
12.1 创建模板缓冲区	278
12.2 清除模板缓冲区	282
12.3 配置模板处理状态	283
12.4 创建效果	286
12.4.1 合成效果	286
12.4.2 贴画效果	287
12.4.3 消融	287
12.4.4 淡入淡出效果	287
12.4.5 轮廓线效果	288
12.4.6 侧影效果	288
12.4.7 滑入效果	288
12.4.8 阴影效果	288
12.5 ShadowVol 和 ShadowVol2 演示程序	289
12.6 目前的程序代码	290
12.7 结束语	290
第 13 章 加载 3D 模型并为之添加动画效果	292
13.1 动画角色	292
13.1.1 分段式角色	292
13.1.2 单网格角色	293
13.2 加载和控制 RoadRage 模型	294
13.3 目前的程序代码	299
13.4 结束语	300
第 14 章 Direct3D 应用程序的优化	301
14.1 Direct3D Framework	301
14.2 保存纹理内存	301
14.2.1 AGP 内存	301