

微机新软件系列丛书

WINDCREST®/McGRAW-HILL

学苑出版社

WINDOWS VISUALIZATION PROGRAMMING WITH C/C++

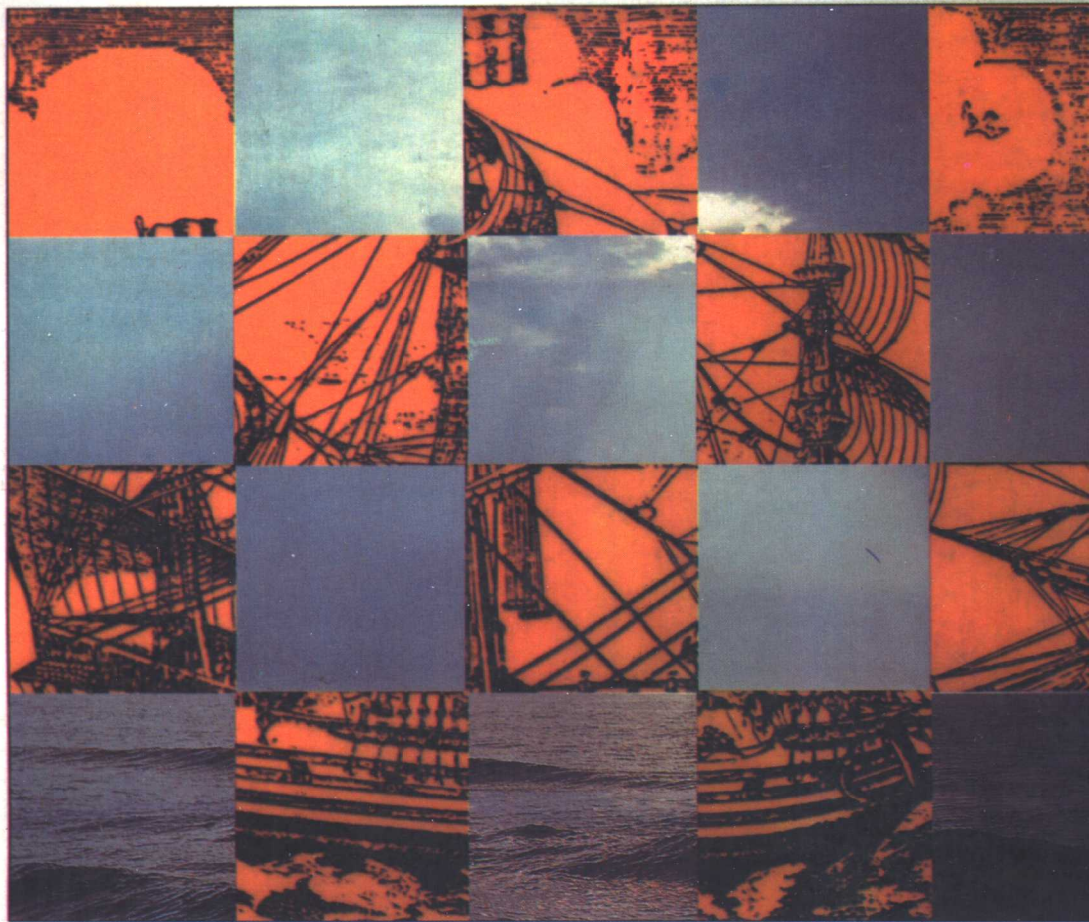
3D VISUALIZATION, SIMULATION, AND VIRTUAL REALITY

Windows

C / C ++

三维可视化
编程技术

木 杉
东 兵 译



LEE ADAMS



• Over 600K of free source code on disk

• Supports: QuickC® for Windows, Turbo C®++ for Windows, Borland® C++, Zortech® C++, Watcom™ C, Microsoft® C/C++, and Visual C++

微机新软件系列丛书

Windows C/C++三维可视化编程技术

Lee Adams 原著

木 杉 东 岳 译

任 天 希 望 审校

学 苑 出 版 社

1994年·北京

(京)新登字 151 号

内容提要

本书对 Windows C/C++ 三维可视化编程技术作了全面系统的介绍,内容包括 Windows 图形编程基础、Windows 3D 编程、动画编程、仿真编程和虚拟现实编程。本书内容丰富,资料新颖,包含大量的编程实例,全部实例都提供有源代码。本书是引导读者从事可视化、动画、仿真和虚拟现实等方面研究和开发的重要参考书。

需要此书的读者可与北京 8721 信箱联系。邮政编码:100080,电话:2562329。

版 权 声 明

本书英文版由 McGraw-Hill 出版公司出版。版权归 McGraw-Hill 所有。本书中文版版权由 McGraw-Hill 授予北京希望电脑公司和学苑出版社独家出版、发行。未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何形式或任何手段复制或传播。

·微机新软件系列丛书

Windows C/C++ 三维可视化编程技术

原 著:Lee Adams
翻 译:木 杉 东 岳
审 校:任 天 希 望
责任编辑:徐建军
出版发行:学苑出版社 邮政编码:100036
社 址:北京市海淀区万寿路西街 11 号
印 刷:工商印刷厂印刷
开 本:787×1092 1/16
印 张:32.125 字数:762 千字
印 数:1~5000 册
版 次:1994 年 8 月第 1 版第 1 次
ISBN7-5077-0976-0/TP·35
本册定价:59.00 元

学苑版图书印、装错误可随时退换

译者序

随着人机界面技术的不断发展,用户对界面的要求愈来愈高。除了要求交互手段简单、易理解、方便自然外,还要求艺术性、活泼、生动。对于应用程序,尤其是 Windows 应用程序,图形化是一大趋势,更重要的是,图形化已成为当今潮流。工业分析表明,预计在本世纪末以前,计算机图形软件的市场每年将增长 10%,九十年代初,全球这一领域的市场规模将超过四百亿美元。这些数据给人的印象是极为深刻的:无论读者从事商业软件,共享软件还是自由软件的开发,它都会对你产生直接而重要的影响。图形软件在市场中的重要地位指明了读者努力的方向和成功的前景。

就全球范围而言,在生物技术、工业设计、计算机、娱乐业、信息技术和通信等诸多正在崛起的领域中,存在着成功的巨大机遇。在这众多的机遇当中,计算机编程和应用程序开发是一个核心内容。它植根于各个行业:无论是传统产业,还是新创产业的公司;无论是家庭办公业,个人咨询业,还是临时机构。

作为一个应用程序开发人员,为你的产品增加图形,尤其是动画、仿真、可视化、虚拟现实,将使你的程序对客户产生更大的吸引力。

本书对 Windows C/C++ 可视化编程技术作了全面系统的介绍,内容包括 Windows 图形编程基础、Windows 3D 编程、动画编程、仿真编程和虚拟现实编程。本书内容丰富,资料新颖,包含大量的编程实例,全部实例都提供有源代码。本书是引导读者从事可视化、动画、仿真和虚拟现实等方面研究和开发的重要参考书。

本书由木杉和东岳翻译,任天和希望审校,此外参与翻译工作的还有王群山、刘伟、章东灵、吕东胜、章军、孙智伟、林利、晏文、高峰、刘源和李勇。

限于水平和时间仓促,书中若有不妥之处,恳请读者批评指正。

译者

1994 年 8 月

程序员快速参考

使用这个方便,快速的参考表可以帮助你尽快找到建立和运行 Windows 图形应用程序所需的内容和指导。参照主题内容及索引,就可在书中找到详细的论述。

主题内容	教学例子	讨论章节
图形编程: 建立一个 Windows 图形应用程序的原型,具有嵌套菜单,消息对话框,可对显示分辨率、可用颜色、Windows 版本及运行时内存模式进行自动检测,可显示用户调色板,支持 VGA 和 SVGA 等等,支持不依赖于硬件的显示及固定图形。	第四章 startup. c	第三章
3D 编程: 建立显示 3D 着色实体的 Windows 应用程序,使用 z-缓冲区方法确保隐藏面的删除,学习如何改变光源位置,以线帧模式和实体模式生成长方体、锥体、球、柱、楔及曲面,使用层次造型技术建立具有关节和转轴的组合部件。	第九章 objects. c engine3d. c shapes3d. c lights3d. c	第六章 第七章 第八章
动画编程: 建立一交互式的帧动画编辑器,它使用基于内存和基于磁盘的动画驱动技术使你能够完全控制运动和同步。在任一支持 Windows 并支持 VGA 和 SVGA 的计算机上使用强大的 3D 动画编程技术。	第十二章 animate. c disk3d. c 第十四章 assembly. c assemb3d. c	第十一章 第十三章
仿真编程: 建立一交互式的运动模拟器,它使用速度、加速度及时间来管理 3D 布景中多个实体的运动。学习基于知识的仿真、运动学、动力学、源程序文件等等。	第十八章 kinematx. c knmatx3d. c	第十六章 第十七章
虚拟现实编程: 学习如何使用指向文件名的指针数组与视点节点的三维数组一同工作,建立一个 Windows 虚拟现实管理器,用它管理 3D 立体迷宫的仿真。	第二十章 maze. c engin3d. c	第十九章

目 录

前 言	1
0.1 本书的精华	1
0.2 欢迎使用图形编程	1
0.3 从哪儿开始	3
0.4 必须准备些什么	3
0.5 本文提供了哪些东西	5
0.6 本书的独到之处	7
0.7 本书的结构	12
0.8 如何阅读本书	13
第一部分 图形编程	
第一章 概念和术语	19
1.1 任务——要达到的目标	19
1.2 计划——要学什么	19
1.3 概念及术语定义	19
1.4 下一步做什么	21
第二章 从 Windows 编程开始	23
2.1 任务——要达到的目标	23
2.2 计划——要学什么	23
2.3 典型的应用程序包括几部分	23
2.4 如何生成一典型的应用程序	24
2.5 下一步做什么	27
第三章 从图形编程开始	29
3.1 任务——要达到的目标	29
3.2 计划——要学什么	29
3.3 GDI	29
3.4 如何选择绘图表面	30
3.5 如何选择绘图工具	31
3.6 如何告诉 GDI 做什么	33
3.7 下一步做什么	34
第四章 Windows 图形编程教学范例	35
4.1 任务——要达到的目标	35
4.2 计划——要学什么	35
4.3 样板程序用户指南	35
4.4 样板程序程序员参考	40
4.5 用户化演示程序	45
4.6 下一步做什么	45
第二部分 3D 编程	

第五章 3D 编程的概念和术语	49
5.1 任务——要达到的目标.....	49
5.2 计划——要学什么.....	49
5.3 概念及术语定义.....	49
5.4 下一步做什么.....	51
第六章 从观察几何开始	53
6.1 任务——要达到的目标.....	53
6.2 计划——要学什么.....	53
6.3 3D 入门	53
6.4 3D 变换：视觉管道 (visualization pipeline)	55
6.5 3D 视图约束体	57
6.6 真实感图形显示方法.....	60
6.7 隐藏面删除.....	62
6.8 下一步做什么.....	64
第七章 从真实感图形显示开始	65
7.1 任务——要达到的目标.....	65
7.2 计划——要学什么.....	65
7.3 使用 RGB 颜色	65
7.4 使用描述性颜色.....	68
7.5 设置光源的位置.....	71
7.6 绘制阴影.....	71
7.7 3D 布景中的光线跟踪	73
7.8 表面的真实感.....	74
7.9 真实感图形显示透明表面.....	75
7.10 下一步做什么	75
第八章 从造型开始	77
8.1 任务——要达到的目标.....	77
8.2 计划——要学什么.....	77
8.3 造型几何.....	77
8.4 层次造型.....	85
8.5 下一步做什么.....	88
第九章 3D 编程教学	89
9.1 任务——要达到的目标.....	89
9.2 计划——要学什么.....	89
9.3 样板程序用户指导.....	89
9.4 样板程序程序员参考.....	94
9.5 用户化演示程序	103
9.6 下一步做什么	104
第三部分 动画编程	
第十章 动画编程的概念和术语	107

10.1	任务——要达到的目标	107
10.2	计划——要学习什么	107
10.3	概念和术语定义	107
10.4	下一步做什么	109
第十一章	启动动画	111
11.1	任务——要达到的目标	111
11.2	计划——要学什么	111
11.3	实现与控制	111
11.4	四维时空	115
11.5	动画实现	115
11.6	下一步做什么	118
第十二章	三维动画编程指导	119
12.1	任务——要达到的目标	119
12.2	计划——要学什么	119
12.3	样板程序用户指南	119
12.4	样板程序程序员参考	125
12.5	下一步做什么	129
第十三章	三维运动控制编程指导	131
13.1	任务——要达到的目标	131
13.2	计划——要学什么	131
13.3	样板程序用户指南	131
13.4	样板程序程序员参考	133
13.5	下一步做什么	136
第四部分	仿真编程	
第十四章	仿真编程的概念和术语	139
14.1	任务——要达到的目标	139
14.2	计划——要学什么	139
14.3	概念和术语的定义	139
14.4	下一步做什么	143
第十五章	基于知识的仿真基础	145
15.1	任务——要达到的目标	145
15.2	计划——要学什么	145
15.3	仿真管道	145
15.4	以游戏理论为基础的仿真	147
15.5	基于推理的仿真	153
15.6	基于物理学的仿真	159
15.7	下一步做什么	162
第十六章	从运动学与动力学开始	163
16.1	任务——要达到的目标	163
16.2	计划——要学什么	163

16.3	基于约束的动画	163
16.4	仿真造型管道	165
16.5	下一步做什么	167
第十七章	运动学编程	169
17.1	任务——要达到的目标	169
17.2	计划——要学什么	169
17.3	样板程序的用户指南	169
17.4	样板程序程序员参考	174
17.5	下一步做什么	181
第十八章	开始虚拟现实	183
18.1	任务——要达到的目标	183
18.2	计划——要学什么	183
18.3	什么是虚拟现实	183
18.4	完成一个虚拟现实环境	184
18.5	下一步做什么	187
第十九章	虚拟现实编程	189
19.1	任务——要达到的目标	189
19.2	计划——要学什么	189
19.3	样板程序用户指南	189
19.4	样板程序程序员参考	192
19.5	下一步做什么	194
附 录		195
附录 A	编译样板程序	197
A.1	从哪儿开始	197
A.2	用 startup.c 测试系统	197
A.3	需要什么	197
A.4	演示程序是如何被测试的	198
A.5	在系统上能期望何种执行性能	198
A.6	如何使用随书磁盘	199
A.7	问题处理指导——作者的软件提示	201
附录 B	工具软件模块源码清单	205
B.1	为系统准备工具软件	205
B.2	源码清单	205
附录 C	样板程序的源码清单	291
C.1	源程序列表	291
附录 D	关于图形编程所用的数学基础	479
D.1	二维向量	479
D.2	三维向量	480
D.3	矩阵代数	481
词汇表		485

前 言

本书旨在帮助读者掌握 Windows 动画程序的编程技巧。将介绍如何将三维动画应用于仿真、可视化及虚拟现实等领域。作为程序员或开发者，将发现本书不失为提高自己的编程技巧的一条有效途径，并能及时地利用当今商品软件、共享软件和自由软件中所提供的各种令人振奋的机遇。无论是为生存而编程还是为编程而生存，这本书都是相当有益的。

0.1 本书的精华

用户都想从书里得到最重要的那些东西。为什么？因为在当今世界竞争不仅仅是口头上的时髦用语，它已成为一个事实——无时不在、无处不有，具备竞争性将使你踏上成功的捷径。前言部分将有助于读者掌握本书的精华，从而帮助读者获得成功。

0.2 欢迎使用图形编程

欢迎进入令人兴奋的计算机图形编程世界。这是一个充满挑战和机遇的天地，它期待着你的探索。

一、为什么采用图形

对于软件应用程序，尤其是 Windows 应用程序，图形化是一大趋势，而且，更重要的是，图形化已成为当今潮流。工业分析表明，预计在本世纪末以前，计算机图形软件的市场每年将增长 10%，九十年代初，全球这一领域的市场规模将超过四百亿美元。这些数据给人的印象是极为深刻的：无论你计划从事商业软件，共享软件还是自由软件的开发，它都会对你产生直接的影响，图形软件在市场中的重要地位指明了你努力的方向和成功的前景。

就全球范围而言，在生物技术，工业设计，计算机，娱乐业，信息技术，通信等诸多正在崛起的领域中，存在着成功的巨大机遇。在这众多的机遇当中，计算机编程和应用程序开发是一个核心内容。它植根于各个行业：无论是传统产业，还是新创产业的公司；无论是家庭办公业，个人咨询业，还是临时机构（如若干人组成的工作组，完成某项任务；或是在某一计划中的协作的几家公司）。

本书将帮助读者掌握发挥目前软件功能所必需的技巧；它也有助于熟练那些你已经具有的技能。

利用图形增强应用程序的活力

作为一个程序开发人员，为产品增加图形，尤其是动画，将使程序对客户产生更大的吸引力。在通过图形增强应用程序的功能之后，对于用户来说可能使之成为一种更有力的工具。要牢记竞争的法则：任何使软件更具吸引力、更有效、更有趣、更有力的措施都会巩固程序在现有 6000 种 Windows 产品中的地位。

二、动画技术的采用

在应用程序中采用现有的动画技术可以有效地增加软件的吸引力。事实上，我们经历过的事情 90% 是通过视觉，我们学到的东西 90% 是通过看，而且我们与外界的交流，90% 以上是通过眼睛。一个 Windows 应用程序如果采用图形加强其功能，该软件与用户间的交流将更为直接有效。如果能使这些图形动起来，那就更棒了，这就是动画。应用动画技术可以使你的应用程序在竞争中遥遥领先，独占鳌头。

1、未来的应用程序

未来的应用程序将充分利用计算机的功能提供各种形式的输出。图形，尤其是三维动画可以利用各版本 Windows 提供的功能，充分开发图形设备的能力，达到 16 色，256 色，分辨率从 640×480 到 1024×768 甚至更高。

2、动画、仿真、可视化、虚拟现实

可将以上所有这些东西赋予你的应用程序。可能由于需要表达得清晰或是出于娱乐和教学的目的采用动画。而应用动画技术既可以仿真任何人脑可以理解的事物，也可以将任何人脑中的形象可视化，甚至在虚拟现实这一新兴领域，其实现大部分是依赖于动画。

如果是一个图形程序员，甚至还有一点小小的野心，那可能早就意识到为软件增加动画、仿真，可视化和虚拟现实这样的能力，不仅仅是重要的，而且是必须的。你的用户期待着它，你的客户需要它，你的成功依靠它。

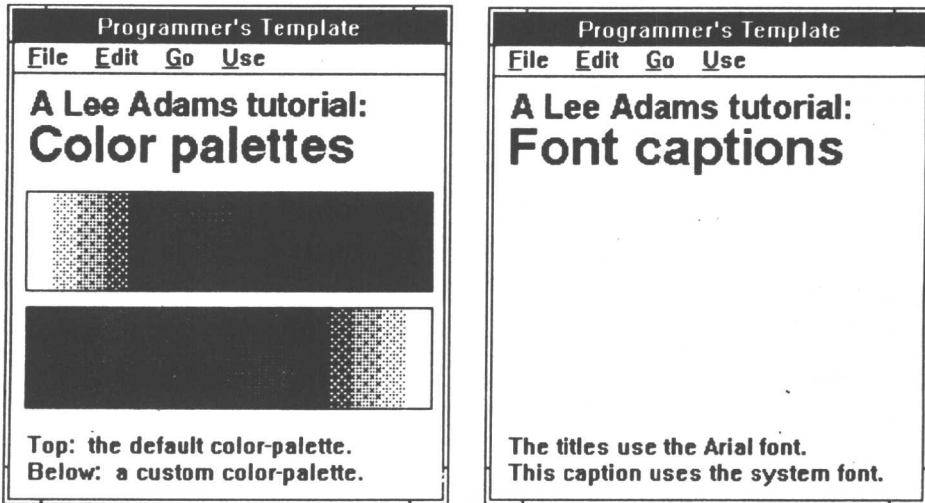


图 I.1 这是第一章“图形编程”中例程 startup.c 生成的图像。这一演示程序可帮助读者了解 Windows 的通用编程技术和某些图形编程所需的特殊技巧

0.3 从哪儿开始

本书就是一个很好的起点，它提供有助于建立以图形为基础的 Windows 应用程序的有效方法。

一、本书的读者

如果希望编制利用图形的 Windows 应用程序，或者已经编制了 Windows 软件，那就应当阅读本书。本书的例程和论述主要针对非正式程序员，合同程序和独立开发者。但只要是下列人员中的一份子，这本书都是有益的：

- 刚涉足 Windows 图形的程序员、开发人员。
- 有经验的 Windows 图形应用程序的程序员、开发人员。
- Windows 编程环境的技术负责人。
- 项目负责人或工作组组长。
- 为 Windows 应用程序开发选择软件工具的程序员、开发人员或技术负责人。
- 计划在 Windows 应用程序中采用动画和三维图形的软件开发人员。
- 需要有力的竞争手段来吸引市场中的新客户并为老客户提供更好的服务的合同程序员。
- 希望在 Windows 编程技术中保持竞争优势的独立开发人员。
- 力图增强 Windows 编程技巧的业余程序员、编程员或图形爱好者。
- 跟踪当前 Windows 图形应用编程潮流的管理人员、技术咨询人员和研究人员。
- 正在考虑建立个人事业，成为合同程序员、系统顾问或是独立开发人员的有创业精神的程序员。

0.4 必须准备些什么

为了获取本书中的精华，还必须准备下列四样东西：

- 一台计算机
- 一个操作系统
- 一个开发系统
- 对图形编程的渴望

计算机指硬件。操作系统指 DOS 和 Windows。开发系统就是所使用的 C 或 C++ 编译器，最后一项要求——对图形编程的渴望，这是阅读本书的原因。

一、PC 硬件

建立和运行本书中提供的例程需要一台支持 Microsoft Windows 的计算机系统，专家们认为一台具有至少 4MB 内存，采用高速的 386，486，586 或更新的 Intel 处理器的个人计算机是最合适的。但一台 2MB 内存的 386SX 也差不多，甚至一台古董的 80286 也行，只要它支持 Windows。还需要一个符合工业标准的 VGA 或 SVGA 显示适配器（图形卡），以及一个与之相配的显示器。最好还有一个鼠标。

二、操作系统

到目前为止(成书之前),支持 Windows 的运行需要有 MS-DOS 3.1 或以上版本的 DOS 操作系统。本书中的例程可在 Windows 3.0, 3.1 及以上版本下运行。如果需要开发 Windows NT 应用软件,则本书所提供的源代码需作一些微小的调整。

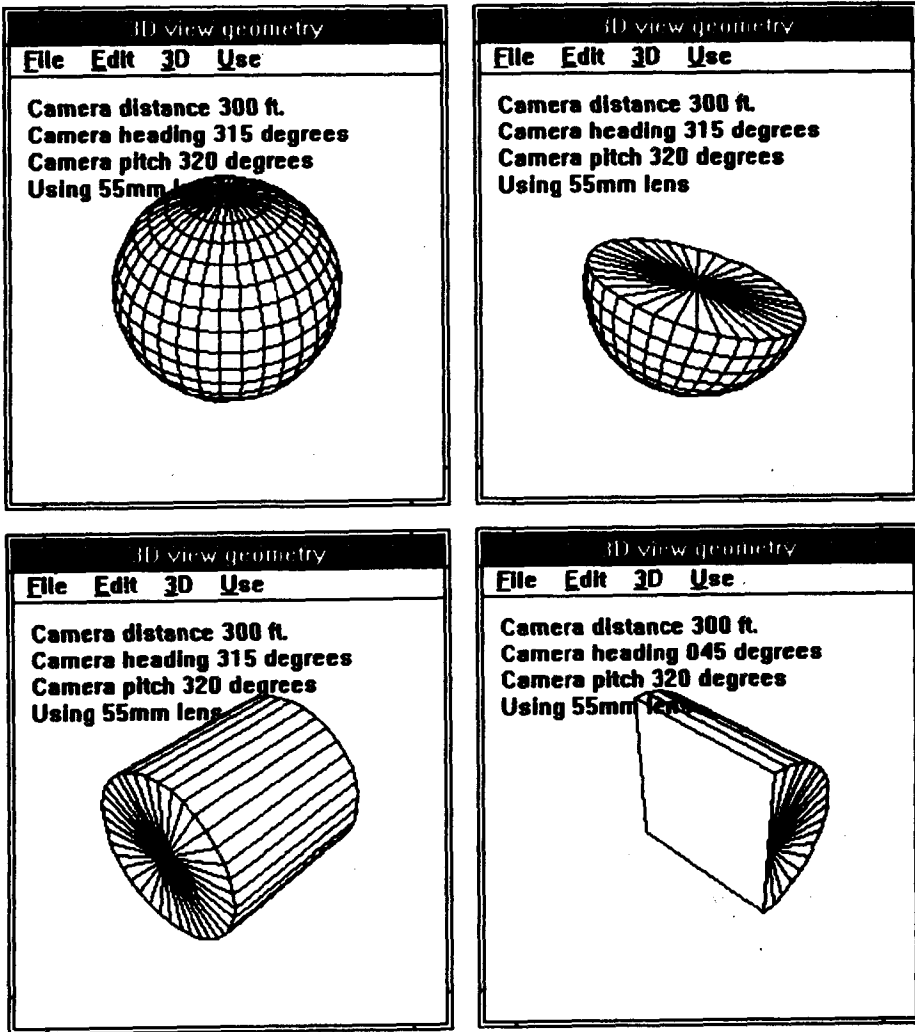


图 1.2 这是第二章“3D 编程”中例程 Objects.c 所产生的图像。这一演示程序介绍如何产生球体、圆柱体和其它一些基本形体及其变形。可直接将 3D 工具箱与应用程序结合起来,本书及随书磁盘中都提供了其源代码

三、开发环境

可以利用任何支持 Windows 开发的符合工业标准的 C 或 C++ 编译器软件包来建立和测

试本书中的例程,到目前为止,适用的编译器包括 Microsoft Quick C for Windows, Borland Turbo C++ for Windows, Borland C++, Microsoft Visual C++, WATCOM C, Microsoft C/C++ 及 SDK, Symatec Zortech C++ 和其它一些编译器。

四、应用例程的开发

本书中的应用例程是以 Microsoft Quick C for Windows 建立原型并通过了测试 (80386DX, 33MHz, 4MB 内存, 640×480×16 色模式 Windows, SVGA)。在开发过程中,每一例程也通过了 Borland Turbo C++ for Windows 的编译以求保证源码对不同编译器的兼容性。

五、应用例程的测试

应用例程通过了以下的编译器的编译以确认其有效性: Microsoft Quick C for Windows, Borland Turbo C++ for Windows, Borland C++, Microsoft Visual C++, Microsoft C/C++ 及 SDK, WATCOM C 和 Zortech C++, 在有/无数学协处理器的机器上都通过了演示测试。这些例程依次通过了双色, 16 色, 256 色模式下分辨率为 640×480, 800×600, 1024×768 的测试, 这些测试保证了与各种工业标准编译器相兼容的源代码的高质量。

0.5 本文提供了哪些东西

本文精心组织了一系列易于理解, 便于模仿的例程并给出简单明确的指导。本书是一个方法集锦, 它包括:

- 一个 Windows 下的 3D 工具箱 (价值 199 美元)
- 一个动画工具箱 (价值 149 美元)
- 一个 Windows 下运动仿真工具箱 (价值 295 美元)
- 一个虚拟现实工具箱 (价值 195 美元)

一、三合一

这本书实际上是三本书的综合, 首先, 它是一本目前和未来个人计算机领域 Windows 操作系统下图形编程的简介; 第二, 它概括了应用动画技术、基于知识的仿真、三维可视化和虚拟现实的指导方法; 第三, 它汇集了众多例程并加以注解, 可以从中汲取营养, 加以改进, 作为自己程序中极具灵感的组成部分。

二、源代码

本书及随书磁盘中均给出了各例程的全部源代码。源代码均经过充分检验, 其中包括一套工具箱模块, 可以将其直接与应用程序相结合。本书给出的 3D 工具箱具有以下功能:

- Z 缓冲区隐藏面的消除
- 小表面浓淡
- 移动光源
- 预生成 3D 零件库
- 支持组合体, 运动部件及层次造型
- 动画驱动程序

- 支持 VGA 及 SVGA 图形
- 支持 16 色及 256 色模式
- 开放式结构及可扩展的设计

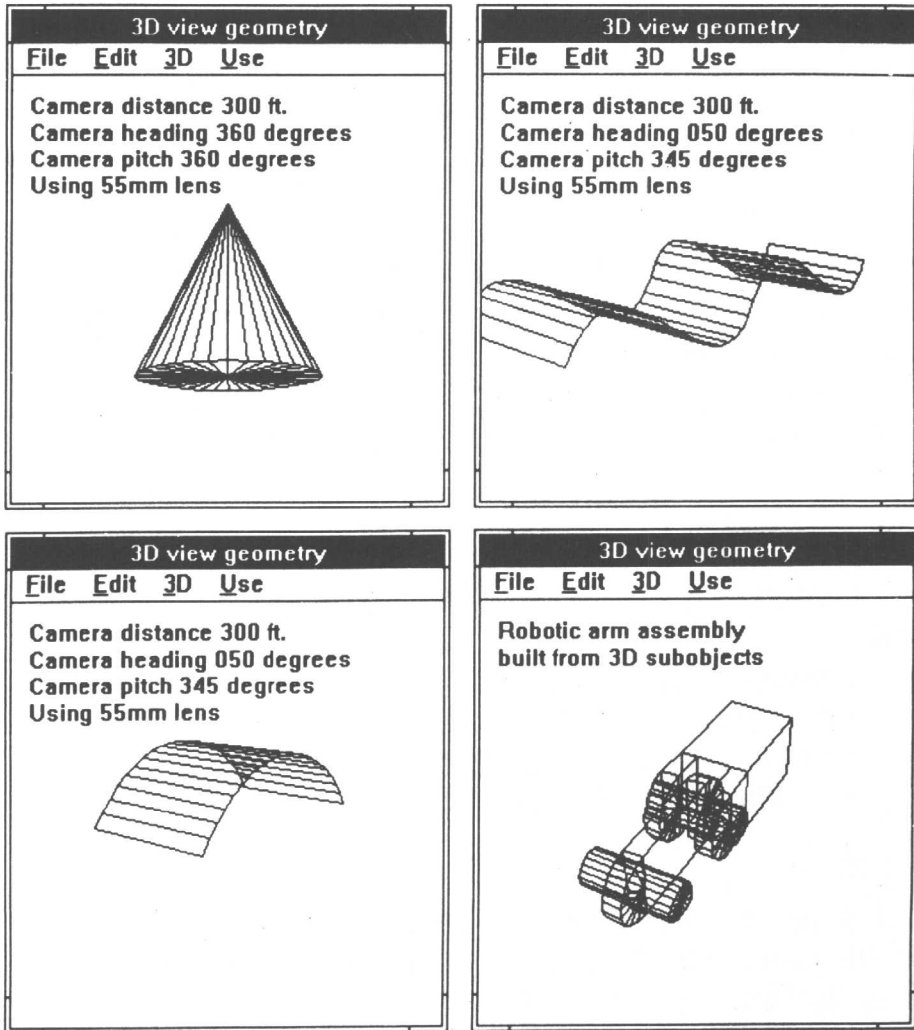


图 1.3 这里是第二章“3D 编程”中例程 object.c 产生的图像，该演示程序介绍如何产生类似圆锥，曲面的基本形体和带活动关节的复杂组合体。本书及随书磁盘中均给出了 3D 工具箱的全部源代码

其它三种工具箱的源代码中，含：

- 全套交互式动画播放驱动工具箱，具有前进、后退、定格和步进功能
- 具有程序驱动动画生成及播放功能的运动仿真工具箱
- 虚拟现实工具箱

本书共通过 6 个完整的例程展示这几种工具箱的全部功能。这些例子覆盖了诸如 3D 造

型和浓淡法，动画驱动和编辑，基于机械运动学的动画和虚拟现实这样的领域。这些例程及其相关的工具箱总计约为 16, 000 行程序，大约占 800K 的磁盘空间。

1、Windows 下的 3D 工具箱

3D 工具箱提供了建立如立方体、球体、圆柱体、圆锥体、楔形体和曲面这样的 3D 实体的能力。该工具箱利用 Z 缓冲区方法安排隐藏面，从而保证了无论画面中有多少个实体，每一个实体都会得以正确的显示。该工具箱还通过后表面筛选子程序来保证仅再现任一 3D 实体的可见部分。光源功能模块可满足在画面上任何位置重置光源的要求。

2、Windows 下的动画工具箱

动画工具箱提供了 Windows 环境下设计、建立、存储、修改和运行动画程序的功能，该工具箱提供了全面而有效的帧动画模式。动画程序产生的每一图形（帧）在全过程中都被保留在磁盘上。为了实现播放，该软件将整个动画过程装入内存，由此可实现每秒 18 幅画面的动画效果。如发现内存不足，该软件在必要的情况下切换磁盘空间与内存来实现动画效果。同时，动画播放子程序还提供了全套交互控制功能，包括前进、后退、定格、步进等等。

3、Windows 下运动仿真工具箱

运动仿真工具箱可以使 3D 画面中的实体按照给定的位置，速度，加速度和其它限制条件完成其运动过程。这一强有力的仿真机制使你一步迈入机械运动动画这个激动人心的领域，它可以确保对现实世界的有效仿真。

4、Windows 下虚拟现实工具箱

虚拟现实工具箱通过一种全新的算法，实现了标准个人计算机上管理基于开发的虚拟现实（OVR）的能力。本书通过例程演示了如何在 VR 过程中开发一复杂的 3D 造型。

三、分辨率

本书的源代码支持以分辨率为中心的方法。本书约有 16, 000 行程序，磁盘中文件长约 800K，所有代码都是开放式的。可以将其嵌入自己的应用程序当中去。

四、如何对代码作适当的转换

如果期望在自己的程序中采用这些源代码，那必须阅读有关授权的章节，列于书中图 I. 7，磁盘中列入文件 license.doc 中。但是，这一授权是非专有的。任何购买本书的读者都享有和你一样的权利。同时还须了解这些源代码都不是产品代码（开发人员称之为 beta），而更像是一种先进的原型码（称之为 alpha 码）。例程中删除了所有的错误，但并没有对其执行速度和存贮消耗进行优化，而仅仅按照教学的目的对其进行了某些改进。

0.6 本书的独到之处

通过利用本书，可以在你熟悉的 C 或 C++ 编译器上创建三维图形的动画软件，并充分利用个人计算机上 Windows 提供的交互式、多任务操作环境。本书将帮助你掌握 Windows 的应

用技巧。

1、一种学习工具

这本书首先是一种学习工具，更突出的是它以作者和出版商的经验 and 声誉为基础。图形编程是一多变而复杂的领域，一本书、一个专家不可能回答这个领域中的所有问题，但本书在全球拥有 150,000 读者，这是本书可以提高用户竞争技巧的有力保证。历史证明一切。许多成功的零售图形软件都曾从 TAB/McGraw Hill 公司 Windcrest 图形丛书中汲取了营养，所以现在读者也有一个好帮手。只要从本书中获得了一个可行的新方法，或者在应用程序中采用了本书的某一段代码，那本书就达到目的了。

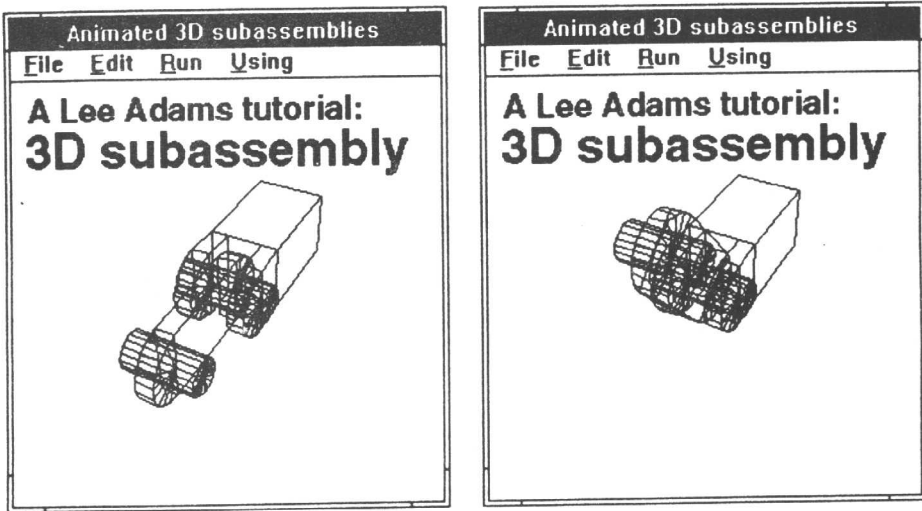


图 1.4 第三章“动画编程”中例程 animate.c 和 assembly.c 产生的图像。该演示介绍如何安排适合于仿真、可视化和虚拟现实的基于帧的动画程序

2、以市场为导引

本书的论述和例程都遵循一个主题：以市场为出发点。这是一条捷径，意味着你将从与当今市场需求直接关联的论述和分析中获益。这里没有玩具程序，而只有真正代码编制员所使用的代码。这些代码严谨、简洁，具有进一步扩展为应用程序的潜力。无论是醉心于娱乐编程、以机械运动为基础的仿真、以知识为基础的仿真、可视化还是虚拟现实，都会从中取得灵感，成功地编制源代码，满足上司的要求，而且在竞争中领先一步。

3、即学即用

本书的例程和工具箱都是为即学即用而设计的。有经验的教师都了解“实践出真知”的道理，其它的方法无疑都在浪费时间。书中罗列的程序与磁盘中的文件都在告诉你：现在该怎么做。在自己的机器上建立和运行这些程序，就会看到这些代码是如何实现的。

4、形成图形

这本书实践了它所说的一切。它说到做到。在本书中可以见到大量屏幕图像的拷贝，它