HZ BOOKS

游戏开发技术系列丛书

OpenGL 游戏编程

徐明亮 卢红星 王琬 编著
浙江大学潘志庚教授 作序

附赠光盘

机械工业出版社
China Machine Press

游戏开发技术系列丛书

OpenGL 游戏编程

徐明亮 卢红星 王琬 编著

机械工业出版社
China Machine Press

本书讲解OpenGL的游戏开发中的实用技术。主要内容包括：游戏开发快速入门、OpenGL程序框架、OpenGL变换、OpenGL光照、材质和纹理、OpenGL字体、摄像漫游、构造开空和地形、模型载入、实时阴影、DirectInput的使用、DirectSound的使用、游戏中的物理模拟、粒子系统、构造游戏引擎、3D RPG游戏、Quake室内场景实例等。本书讲解清晰，言简意赅，提供大量原创实例。可帮助读者快速进入游戏开发领域。

本书适合游戏编程的初学者参考。

图书在版编目（CIP）数据

OpenGL游戏编程/徐明亮，卢红星，王琬编著. －北京：机械工业出版社，2008.1
ISBN 978-7-111-22670-3

Ⅰ.O…　Ⅱ.①徐…　②卢…　③王…　Ⅲ.①图形软件，OpenGL－程序设计　②游戏－应用程序－程序设计　Ⅳ.TP391.41　G899

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第167575号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号　邮政编码　100037）
责任编辑：李南丰
北京京北制版厂印刷　·　新华书店北京发行所发行
2008年1月第1版第1次印刷
186mm×240mm　·　25.25印张
定价：55.00元（附光盘）

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换
本社购书热线：（010）68326294

序

夯实图形编程基础，掌握游戏设计技巧

应忘年交朋友徐明亮的邀请，希望为本书写一个序言。从小时候记事时起，记得书的序言通常是由一些学术泰斗、著名专家、社会名流或政界要人来写的，而自己也只是一般的大学研究人员，所以应下这个任务颇有点惶惶然，也一直不敢动笔。

想到作者是一后起之秀，对计算机图形学和三维游戏情有独钟，有多年的实战经验，对OpenGL/DirectX均有很深的理解，他愿意花时间把这些经验写出来，和大家分享是一件好事情。作为师长的我，这一点忙还是应该帮的。又想到书稿马上付印，作者又多次请求，便在酝酿了多日后，仓促成文。

从1986年开始接触图形学，转眼已经过去了20多年。图形学技术本身也发生了很大的变化，可以用下面的两句话来概括图形学的发展：

绘点绘线绘面绘体，描绘五彩世界

求好求快求新求美，追求永无止境

而图形学的应用也是无所不在，特别是2000年后兴起的数字娱乐（游戏）业，对产业和社会产生了巨大的影响。而游戏设计的一个重要基础，就是图形编程。我之前给全国第一届教育游戏和虚拟现实会议（2007年8月大连）写了如下的对联：

教育游戏，教娱相辅寓教于乐

虚拟现实，虚实结合视虚为实

这里，我要表达一个愿望：寓教于乐，而不鼓励去开发为娱乐而娱乐的游戏。另外，我写的一个与数字娱乐有关的对联是：

图形图像声音动画，学术先行

艺术媒体娱乐游戏，生活至上

再下面，是我给本书读者的祝福：

勤勤恳恳，夯实图形编程基础

兢兢业业，掌握游戏设计技巧

这是我第一次为正式出版的书写序言，虽然以前在为我的导师编辑出版《计算机图形学研究——石教英教授论文选集》时，写过后记，也算有一定的基础。但仓促完成的文字，肯定有不少问题，请作者和读者海涵。

希望有一些读者是因为看了我写的序言，而购买这本书，从此进入图形编程专业和蓬勃发

展的游戏行业。如果真能这样，我会感到很欣慰，因为这是一个皆大欢喜（现在流行叫“多赢”）的事情：读者学到了知识和技能；作者的著作得到了社会的认可；出版社扩大了市场；而我希望自己通过这次锻炼，为后面再写类似的材料积累一些经验。

潘志庚
浙江大学CAD&CG国家重点实验室研究员
中国图像图形学会虚拟现实专业委员会 主任
中国系统仿真学会数字娱乐专业委员会 副主任

前　言

1958年世界上第一款电脑游戏Tennis For Two诞生了。虽然今天看来，在当时极其简陋的计算机上所开发出的这个游戏实在是乏善可陈，但它却为人类开创了一种全新的娱乐方式，并激发了人们创造游戏的热情和对游戏开发技术探索的好奇心。

今天，游戏已经发展成为一个庞大的产业，其产值已在全球范围内超过影视等传统娱乐产业，并且未来还将持久快速增长。于是有越来越多的人渴望加入到这一行业来，然而，现在一款商业游戏的开发，需要涉及策划、监制、美工、程序、测试、维护、运营和市场推广等诸多方面，已经不是一两个人能完成的了。

但也不要沮丧，如果您有一点C++编程的基础，并有足够的兴趣想编写一个属于自己的小游戏，或有志于以后成为一个专业的游戏开发程序员，那么本书将耐心的引导您学会游戏编程——只要您认真按照本书循序渐进地学习和实践！

3D游戏是当前游戏的主流，对初学者来说，其核心技术就是3D图形编程。因此，对3D图形学原理的讲解以及如何运用该原理熟练使用一个3D图形开发包就成为本书要讲解的重点，在本书中我们将选择OpenGL开发包作为初始学习3D图形编程的工具。

OpenGL的英文全称是“Open Graphics Library”，即“开放的图形程序接口”，它于1992年由SGI公司开发，并得到广大硬件和软件厂商的支持和参与，从而成为占据主导地位的跨平台专业3D图形应用开发包，也是该领域的工业标准。长久以来，OpenGL都是游戏开发领域的主流开发包，而且由id公司开发的世界上最早的3D游戏和3D游戏引擎都是基于OpenGL实现的。即便现在微软的DirectX也是PC平台上的主要游戏开发包，但是OpenGL仍是开发者追逐顶尖技术所必需掌握的开发包。

与DirectX相比，OpenGL语言简单易懂，前后版本的兼容性也比较好，而且OpenGL的学习门槛相对于DirectX要低很多。读者无须了解复杂的COM机制和熟练的C++技巧，只需稍微了解C语言就可学习它。对于希望进入游戏开发、3D图形处理、模拟仿真、虚拟现实等领域的初学者来说，学习OpenGL是他们最好的起点。基于此，本书将在游戏开发的背景下，舍弃OpenGL中与游戏开发关联不大的琐碎知识细节，引导读者快速掌握游戏开发中所必须掌握的最重要、最实用的概念、原理和编程技巧，事半功倍的进入游戏开发领域。需要说明的是，考虑到本书主要针对初学游戏编程的读者，或是对游戏开发有兴趣的业余爱好者，因此我们没有准备引入比较专业的GPU编程技术，这将是您掌握完本书内容后应该学习的内容。

虽然本书的重点是讲解游戏开发中如何使用OpenGL接口进行3D图形处理，但游戏开发涉及的技术内容非常广阔，单单学习OpenGL的图形处理部分还不能开发一个完整的游戏，所以本书也在后续章节适当地介绍了DirectX的Direct Sound/Direct Music（合称Direct Audio）和Direct Input组件，用以处理游戏中的音频和输入设备控制。除此之外，本书还使用OpenGL接口模拟了游戏世界里的物理规律。当然由于篇幅所限，本书未能深入讲解个别方面，比如游戏人工智能，它是创造更有趣游戏的关键技术，希望以后有机会再对这些知识进行介绍。

通过本书，读者不但可以学习到OpenGLd在游戏开发中最重要最实用的知识和技能，还可学习到游戏开发中所涉及到的其他重要技术，最终会使读者对游戏开发过程有一个全面的认识，并掌握如何使用OpenGL与这些技术模块集成和交互。

本书参阅了国内外大量最新的图形开发和游戏编程方面的资料，所讲解的内容都依据图形开发领域最新的成熟方法和技术。本书尽量做到对原理、概念的讲解清晰透彻，言简意赅，提供了丰富、新颖、原创、实用的大量实例。书中的代码好多都来源于作者所参与的一些实际项目，并在各种开发环境下经过严格测试，完全能直接应用到实际的工作项目中去。在编写过程中，我们力图精益求精，但由于能力有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。如有任何问题或意见，请发E-mail到develop_game@yahoo,com.cn与我联系。

本书得以完成，更多的是这些人的工作：

感谢陈冀康编辑和吴怡编辑，他们对本书倾注了大量的心血，给了我巨大的帮助和指导；感谢我的好搭档王琬，没有他难以想象这本书将要拖到什么时候才能完成；感谢卢红星老师，他引导我进入游戏开发这一有趣的领域；感谢我的导师叶阳东教授，他给了我自由的空间和悉心的指导；感谢浙江大学CAD&CG国家重点实验室的潘志庚教授，他对本书提出了许多有益的指导意见，并在百忙中抽出时间作序；感谢我的妻子徐静，她每天都能给我许多灵感、鼓励和帮助；感谢我的朋友崔广伟和吴承浩，他们帮我解决了许多棘手的技术问题。

希望本书能帮助您进入游戏开发的殿堂。

徐明亮

2007年9月

作者简介

徐明亮，郑州大学硕士研究生，在本科阶段就进入郑州大学创新实验室进行游戏引擎的探索与研究，并在大学生挑战杯科技竞赛中以“3D MMO网络游戏通用引擎”项目获奖。读研期间，研究方向为游戏引擎与游戏人工智能，先后参与了游戏AI引擎、山盟网络休闲游戏平台、3D虚拟酒吧、专业围棋网络对弈平台等项目的研发工作，并在相关会议和期刊上发表多篇有关游戏引擎的论文。

目　录

第1章　游戏开发快速入门

想必您一定玩过一些游戏，对游戏也非常感兴趣，您可能要问游戏到底是什么样子，它是如何运行的，开发人员是如何进行游戏开发的呢？所有这些疑问，本书将会引导您去逐步认识和了解。

本书将介绍与游戏开发相关的知识和技术，当熟悉这些知识后，即使您以后不编写游戏，在软件开发的其他领域，也会对您很有帮助，尤其是当您想开发一些常规开发工具做不到的东西时。因此，不管您是计算机专业人士还是非计算机专业人士，只要对游戏开发有浓厚的兴趣，或者以后想从事这方面的开发工作，本书都将为您打下良好的基础，揭开游戏开发领域的面纱。

1.1　游戏软件开发概述

1.1.1　游戏软件开发流程

在整个计算机产业的带动下，计算机游戏得到了飞速的发展，而且它的发展势头越来越猛，并且在未来这种势头还将继续。因此，游戏也吸引了越来越多的人加入到游戏开发领域中来，从而推动游戏产业不断向前发展。

“兴趣是最好的老师”，要想进入游戏开发领域，最重要的一点就是您要有兴趣，只有这样才能在游戏开发中施展您的才智进而取得成功。

可以这样说，游戏开发是一种创造性的活动，没有一个固定或统一的模式，您可以在其中充分发挥您的创造力和想象力，开创您不朽的传奇！

计算机游戏的开发过程就是将各类游戏开发人员进行组织和协调，并进行开发制作，发布新游戏与市场运作的过程。在游戏开发过程中，与游戏制作相关的专业开发人员大致可以分为企划类（制作人、总监、规划人员、剧本作家）和开发类（图形设计师、程序员、音响制作人）两个领域，其中企划类人员需要具备创意和管理等相关方面的知识，开发类人员需要掌握较多的技术技能。

计算机游戏本质是一种软件，所以它将遵循软件的开发过程，只是在某些方面有一定的特殊性。一般软件的开发要经历需求分析、设计、编码、测试、维护几个阶段，具体到某一款游戏的开发，它将经历确定游戏项目（即完成需求分析）、开发（包含了设计和编码阶段）、测试、维护以及规划上市等几个阶段。

一个比较简单的游戏开发流程大致如下（如图1-1所示）。

（1）确定游戏项目阶段

这个阶段通常要对市场进行分析，确定将开发游戏的市场定位（包括游戏的类型、游戏的玩家群体等），并对即将开发的游戏进行提案。在确定将要开发的游戏提案后，要对提案进行立项。

（2）策划设计阶段

在策划设计阶段，要进行剧本撰写、对游戏引擎功能的设计、关卡风格的设计及特殊效果

设计等，并在这一阶段将所有设计进行文档化（在游戏软件的开发过程中，文档化是非常重要的，其他阶段的所有工作，将围绕文档进行操作），然后将正式进入开发阶段。

（3）开发阶段

整个项目将被分为3个大的模块：游戏程序开发、游戏美工制作及游戏音频制作。如果不是从其他公司购买引擎产品使用权，程序开发部门将开始对游戏引擎进行设计，并对游戏中的程序进行开发。同时，美工将开始对游戏中的人物、场景等进行设计。音频设计师将开始对音效进行制作。

（4）测试阶段

在开发阶段开始的同时，测试阶段也同步启动，将同期对完成的模块（一般在开发过程中会将整个项目进行模块化开发）进行测试，并对于测试出来的Bug进行反馈更正。当开发阶段完成后，会将整个项目整合，此时整个游戏已经基本成形，下一步将进行游戏的整体测试，找出尽可能多的Bug并对其进行更正。

（5）产品上市阶段

此时的游戏已经过大量的测试，可以发布上市了，对于上市运行过程中出现的问题将及时进行维护和修改。

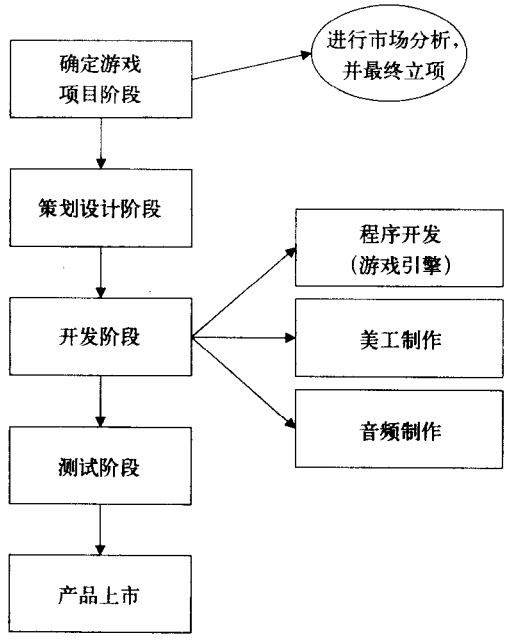

图1-1 游戏软件开发流程

1.1.2 游戏软件的构成

下面我们就来了解一下游戏软件的构成。

计算机游戏既是一种特殊的实时软件产品，又是一种以游戏的创意和可玩性为核心，并集交互性、目标性、规则性、竞争性和情节性为一体的娱乐作品，并被划分为不同的类型和流派。但是，从游戏软件的组织形式上看，“游戏”只是一个具有某种“逻辑”和某些“数据”的结合体，如图1-2所示。

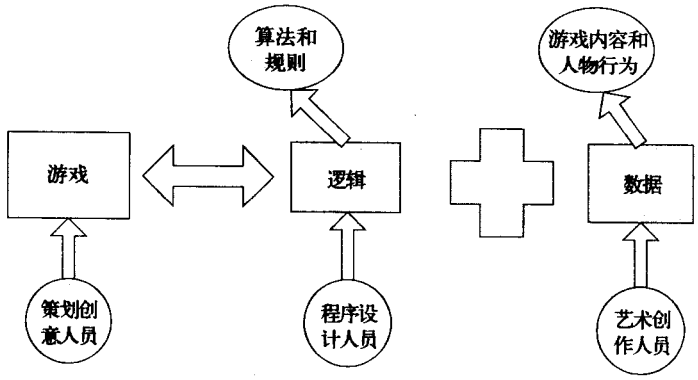

图1-2 游戏的构成

图中所谓的“逻辑”是指游戏的剧情构思、竞技规则、核心算法以及参数调整等。它是整个游戏的核心，也是决定游戏可玩性和成功与否的重要因素。它主要由游戏的创意和策划人员来制定。所谓的“数据”，包含场景的描述、角色的属性值、音频、视频、图片、脚本文件等数据。它主要由艺术人员来创作。而游戏程序设计人员的工作就是通过编程，把这些种类丰富的“数据”按照某种复杂的“逻辑”规则“相加”起来，并提供玩家的动态交互接口，形成一款具有娱乐性的软件产品。

1.1.3 游戏软件的运行原理

总的来看，游戏的基本流程只是一个连续的大循环，它不断地按某种逻辑来绘制场景，并更新画面，如图1-3所示。

其中，游戏的初始化就是设置游戏的运行环境（比如分辨率、颜色模式、动态连接库的更新等）、内存分配、读取上次的历史记录以及加载各类相关资源文件等。

进入游戏主循环后，程序就一直循环往复，直到玩家发出退出游戏的指令。

输入包括玩家使用键盘、鼠标、游戏手柄甚至麦克风等工具发出的信息，这些信息经过系统预处理后存入系统的消息队列等待系统响应。

游戏的逻辑处理是游戏的核心，游戏的算法和规则就在这里得以体现。在接受了玩家的输入后，根据游戏策划人员事先定义好的游戏规则，再加上高级的游戏人工智能（AI）和物理模型的配合，来共同决定玩家的输入所产生的结果。

游戏画面的更新就是将新产生的游戏结果通过二维或三维图形处理技术，计算并产生一帧新的游戏画面。在游戏中一般新产生的帧并不是马上输出到帧缓存，而是暂存到一个非帧缓存中，然后根据游戏的运行速度，决定是否将游戏画面拷贝到帧缓存或显示到屏幕上。

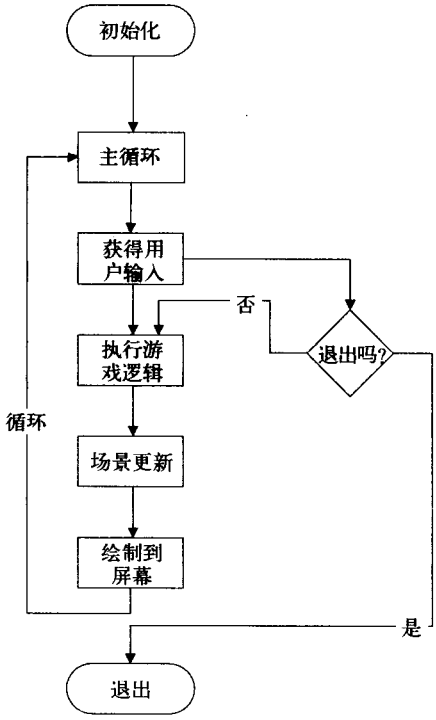

图1-3 游戏的运行原理

1.2 OpenGL与DirectX简介

在上一节中，我们了解到游戏开发是一个比较庞大和复杂的系统工程，它涉及图形、声音、交互处理、用户界面等许多方面。值得庆幸的是，这些工作我们可以借助现有的API来完成，API是Application Programming Interface的缩写，是应用程序接口的意思。目前游戏开发用得最多的两类API是：OpenGL和DirectX，它们各有其特点。在本书中，我们将使用OpenGL API来生成3D图形和其他可视化部分，而DirectX API用来处理输入设备交互控制、声音处理等功能，在本章中我们将介绍这两类API，使您对它们有一个初步了解。

1.2.1 OpenGL基础知识

1. 什么是OpenGL

OpenGL的英文全称为“Open Graphics Library”，即“开放性图形库”。它为程序开发人员提供了一个图形硬件接口，也是一个功能强大、调用方便的底层3D图形函数库。OpenGL的前身是SGI公司为其图形工作站开发的IRIS GL。IRIS GL是一个工业标准的3D图形软件接口，功能虽然强大但是移植性较差，于是SGI公司便在IRIS GL的基础上开发了OpenGL。

OpenGL适用于从普通PC到大型图形工作站等各种计算机体系结构，并与各种主流操作系统兼容，从而成为占据主导地位的跨平台专业3D图形应用开发包，进而也成为该领域的工业标准。

SGI在1992年7月发布了OpenGL的1.0版，随后成为工业标准，由成立于1992年的OpenGL ARB(Architecture Review Board)体系评审委员会控制。该委员会由主流的图形开发厂商组成，主要包括SGI、Intel、IBM、nVIDIA、ATi、Microsoft、Apple等公司。它历经了几个重要的版本1.1、1.2、1.3、1.4、1.5，目前的最新版本为2.0，其中1.1版本的应用面最为广泛。

2. OpenGL的特点

OpenGL作为一个性能优越的图形应用程序设计接口（API），适用于广泛的计算机环境。它已成为目前的三维图形开发标准，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。OpenGL的应用领域十分广泛，如军事、电视广播、CAD/CAM/CAE、娱乐、艺术造型、医学图像、虚拟现实等。它具有以下特点：

（1）图形质量好、性能高

无论是三维动画、CAD还是视觉模拟、可视化计算等都利用了OpenGL高图形质量、高性能的特点。这个特点使得程序开发人员在广播、CAD/CAM/CAE、娱乐、医学图像和虚拟现实等领域中创造和显示出难以想象的2D和3D图形。

（2）工业标准

OpenGL ARB（OpenGL Architecture Review Board）作为独立的联合委员会，制定规范文档（Specification）。随着业内厂商的支持，OpenGL成为唯一真正开放的、独立于供应商的、跨平台的图形标准。

（3）稳定性

OpenGL能够在各种平台上执行，而且OpenGL高版本兼容低版本，保证了已经开发的应用程序不会失效。

（4）可移植性和可靠性

利用OpenGL技术开发的应用图形软件与硬件无关，只要硬件支持OpenGL API标准就行了，也就是说，OpenGL应用程序可以运行在支持OpenGL API标准的任何硬件上。但是，硬件是不断变化的，OpenGL如何保持可移植性呢？OpenGL扩展（OpenGL Extension）正是为这一目的而设计的。厂商只要提供OpenGL扩展，就可以轻松地实现硬件特有的功能，利用OpenGL扩展，OpenGL实现者（OpenGL Implementer）也可以添加新的处理算法。

（5）可扩展性

OpenGL是低级的图形API，它具有充分的可扩展性。许多OpenGL开发商在OpenGL核心技术规范的基础上，增强了许多图形绘制功能，从而使OpenGL能紧跟最新硬件发展和计算机图形绘制算法的发展。对于硬件特性的升级可以体现在OpenGL扩展机制以及OpenGL API中，一

个成功的OpenGL扩展会融入到未来的OpenGL版本之中。通过这种方法，程序开发人员和硬件厂商能够在正常的产品周期中组合出新的产品。

（6）可缩放性

基于OpenGL API的图形应用程序可以运行在许多系统上，包括各种用户电子设备、PC、工作站以及超级计算机。由此，OpenGL应用程序可以适应开发人员选择的各种目标平台。

（7）易用性

OpenGL具有良好的结构、直观的设计和逻辑命令。与其他图形程序包相比，OpenGL只有很少的代码，因而执行速度高。另外，OpenGL封装了有关基本硬件的信息，使得开发人员无需针对具体的硬件特征进行设计。

3. OpenGL的不足

OpenGL是国际上公认的3D图形工业标准，它不仅加速了3D应用程序的开发，而且使应用程序可移植性更好。随着OpenGL在UNIX与PC平台的广泛应用，越来越多的3D应用程序采用OpenGL作为支撑库。OpenGL提供了数百个库函数，可方便地绘制具有真实感的3D图形。

但是在开发交互式3D应用程序方面，OpenGL存在明显的不足：

- OpenGL与窗口系统无关，不提供任何交互手段，必须由程序员自己编写所有的交互功能。
- OpenGL API是低级的C函数，不提供可重用的对象库或者应用程序框架，开发效率不高。

从上面我们知道，OpenGL是一个“纯粹”的图形API，不包含窗口创建、管理等功能的实现，也没有和键盘、鼠标等设备进行交互处理的接口，所以这些工作都需要编程人员来完成。不过，也有另外一些辅助库或工具包来完成这些工作，如aux辅助库提供了窗口管理、输入输出处理以及绘制一些简单的三维物体等功能，创建aux库是为了学习和编写OpenGL程序，它对于OpenGL的初学者来说有一定帮助作用。

GLUT（OpenGL Utility Toolkit）是不依赖于窗口平台的OpenGL工具包，是一套可用于所有主流平台的支持函数库。由于GLUT中的窗口管理函数是不依赖于运行环境的，因此GLUT工具库可以在X-Window、Windows NT、OS/2等系统下运行，它简单易学，适合开发不需要复杂界面的OpenGL示例程序。

1.2.2 DirectX基础知识

1. 什么是DirectX

DirectX是Microsoft开发的基于Windows平台的一组应用程序编程接口（API），它提供了对2D和3D图形加速的支持，能对各种输入设备进行交互处理，也对声音、音乐输出及多媒体提供了支持。

1995年，微软的第一个API——DirectX 1.0发布。该API极其简单，它仅提供了对2D图形和基本音频功能的支持，主要是为了弥补Windows 95对图形管理的不足。随后DirectX经历了2.0、3.0、5.0、6.0版本，在1997年微软推出了DirectX7.0。它可以称得上是DirectX API发展史上的转折点，提供了对nVIDIA 的GeForce GPU图形芯片的支持，随后ATI的显卡开始支持DirectX 7.0。真正的质变发生在2000年推出的DirectX 8上，它提出了具有可编程能力的Vertex Shader（顶点着色引擎）和Pixel Shader（像素着色引擎），此外还在视频、音频方面也有许多重要的改进，nVIDIA和ATI都将它作为标准的图形API加以支持，综合实力已经赶上了OpenGL。

目前，DirectX的最新版本是9.0c，它增加了许多新的特性，已被广泛应用。

2. DirectX的组成

DirectX包含了多种API组件，下面我们就简单介绍一下。

（1）DirectX Graphics

DirectX Graphics是由DirectX以前版本的Direct3D和DirectDraw整合而成的。它负责处理2D和3D图形处理和显示，API进行了大幅度的更新，变得更加容易使用，并且支持最新的图形硬件。

（2）DirectX Audio

DirectX Audio是DirectX中的声音组件，由DirectMusic和DirectSound整合而成。它负责所有的音频和音乐合成效果，它不仅仅是对声音的回放，而是提供了一个完整的系统，能够利用硬件加速功能动态地操纵控制音轨和声道，能够实现在游戏和其他多媒体应用中所需的3D声音定位和效果。

（3）DirectInput

DirectInput是一个输入设备的应用程序接口（API），其中包括鼠标、键盘、游戏杆及其他游戏控制器，如力回馈（输入/输出）设备。除了支持Microsoft Win32 API不支持的设备服务外，DirectInput还能以直接访问硬件驱动的方式提供比Microsoft Windows消息更快的访问方式，即它绕过了Windows的消息系统，提高了系统性能。

即使应用程序处于后台，DirectInput也可以从应用程序获取输入设备数据；它的重要特性是引入了操作映射，通过操作映射在输入设备和输入操作之间建立连接，使应用程序不需要知道具体使用的是什么类型的设备就可以获取输入数据。

（4）DirectPlay

DirectPlay 是应用程序和通信服务之间的高级软件接口。有了 DirectPlay，通过 Internet、调制解调器连接或网络来连接游戏将非常简单。DirectPlay 既提供了高级的传输层服务，也提供了会话层服务；同时具有卓越的性能和可伸缩性，使得开发人员更容易设计可变化而且可靠的应用程序，并能够支持大量联机玩家。

（5）DirectShow

从DirectX 8开始，DirectShow将整合到DirectX的安装文件中，这个API允许用户回放、记录各种形式的视频流和音频流，而这些操作都是在实时的情况下进行的，这使Direct3D和Direct Audio的标准界面具备了更多的音频/视频流处理能力。

DirectShow支持的格式包括：AVI、MPEG、ASF（Advanced Streaming Format，高级数据流格式）、WAV、MP3等。

3. COM简介

组件对象模型COM（Componet Object Model ）是微软公司为了计算机工业的软件生产更加符合人类的行为方式开发的一种新的软件开发技术。

COM技术是DirectX的基础，它是一种标准，定义了软件对象或组件之间的交互规则。一个COM对象通过接口的方式提供自己的功能，所谓接口是指一组永不改变对象的方法。COM组件有3个最基本的接口类，分别是IUnknown、IClassFactory、IDispatch。COM规范规定任何组件、任何接口都必须从IUnknown继承；IClassFactory用来创建COM组件；IDispatch 是调度接口。

所有的COM对象必须有一个公用的接口IUnknown，也就是说接口至少必须要实现IUnknown，表1-1中的3种方法用于控制对象的生命周期和访问对象的接口。

表1-1 IUnknown的3种方法

方 法	目 标
AddRef	增加对象的引用计数器
Release	减少对象的引用计数器
QueryInterface	获取某个特定对象接口的引用

COM模型可以同时支持多个用户或客户。由于COM 的多个用户不知道对方是否存在，因此用户无法确定到底什么时候应该把COM 删除，这就意味着COM 对象本身应该具有管理自己生命周期的功能。这个功能是通过对象内部的一个计数器和AddRef及Release方法来实现的。当一个新的用户连到COM对象后，对象内部的计数器就加1；当一个用户断开与COM对象的连接之后，可调用Release方法，使对象内部的计数器减1，当对象内部的计数器值减到0之后，对象就把自己从内存中删除。

COM规范中定义了一套机制，使得用不同语言编写的COM 对象可以互相访问，同时还可以在修改COM对象时不影响它原来的接口定义。COM 的这些性质使它具有极大的优越性。使用COM之后，即使Microsoft发行了更新版本的DirectX，只要新版DirectX与旧版兼容，那么程序在使用新版DirectX时照样能正常工作。

在COM构架下，人们可以开发出各种各样的功能专一的组件，然后将它们按照需要组合起来，构成复杂的应用系统。使用COM带来的好处有以下几个方面：

- 可以将系统中的组件用新的替换掉，以便随时进行系统的升级和定制。
- 可以在多个应用系统中重复利用同一个组件。
- 可以方便地将应用系统扩展到网络环境下。
- COM与语言、平台无关的特性使所有的程序员均可以充分发挥自己的才智与专长来编写组件模块。

DirectX中的大部分API都由基于COM的对象和接口组成，也就是说COM 是DirectX技术的基础，没有COM就没有DirectX。不过您不用担心，只要您对COM理论有一个简单的了解就可以使用DirectX，或者您只要按照一定的步骤来编写DirectX程序，甚至不了解COM也可以使用DirectX。您所要做的就是创建DirectX对象，然后在使用完毕后调用Release方法释放引用。

1.3 3D图形学快速入门

作为一名游戏开发人员，3D图形编程是一个比较重要的组成部分，因此了解一些关于3D图形学的理论知识是非常必要的。本节我们将简单介绍一些3D图形学知识，如果您对这部分知识比较了解，可以跳过这些章节。值得一提的是，本节介绍的内容是非常浅显的，是图形学理论中的冰山一角，如果您想深入学习图形学理论知识，请参考其他相关资料。

1.3.1 点和向量

1. 点

点是图形中最基本的几何对象。通常，利用直角坐标系来确定物体在屏幕上的位置，直角坐标系包含一个x轴和一个y轴，一个点可以用它在两个轴上的坐标表示，如(x, y)。其中原点的坐标为$(0, 0)$，位于两个坐标轴相交的地方。从原点出发，向右是x轴的正方向，向左是