



动漫游戏设计
系列教程



三维游戏引擎 设计技术及其应用

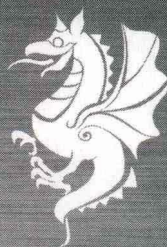
周 炜 魏瑞轩 孙 铮 李静妤 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



动漫游戏设计
系列教程



三维游戏引擎 设计技术及其应用

周 炜 魏瑞轩 孙 铮 李静好 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是学习游戏引擎设计与实现的优秀参考书,全书共分四大部分:第1部分概述了游戏引擎编程的相关概念和基础;第2部分讲述基本图形引擎的设计与实现,内容涉及Direct3D的相关基础、创建基本三维图形、几何变换、光照、纹理等;第3部分介绍了三维游戏引擎设计高级物体建模的相关知识,内容涉及分形建模、粒子系统、柔性物体建模;第4部分介绍游戏引擎中的室外地形管理和室内物体管理的相关知识。

本书既有完整的概念说明,又有复杂而完整的实例代码,读者能够轻松地将自己所学的理论知识付诸实践。本书可以作为想从事游戏编程工作的学生的自学教材,也可以作为已经从事游戏行业、想进一步完善知识体系的开发人员的参考书。

本书提供实例的完整源代码,读者可以从中国水利水电出版社网站或万水书苑上免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和<http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

三维游戏引擎设计技术及其应用 / 周炜等编著. —北京:
中国水利水电出版社, 2009
(动漫游戏设计系列教程)
ISBN 978-7-5084-6420-6

I. 三… II. 周… III. ①三维—动画—计算机图形学
②游戏—软件设计 IV. TP391.41 TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第049417号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 张玉玲 封面设计: 无极书装

书 名	动漫游戏设计系列教程
作 者	三维游戏引擎设计技术及其应用 周 炜 魏瑞轩 孙 铮 李静好 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (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	210mm×285mm 16开本 31.75印张 820千字
版 次	2009年5月第1版 2009年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	58.00元

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

丛书序

互联网的快速普及为游戏的发展奠定了良好的基础，游戏已经成为互联网发展的重要应用之一。现在，游戏产业正以不容置疑的速度发展，已经成为 IT 领域中的一个重要产业。不过，和 IT 领域中其他产业的发展类似，我国游戏产业的迅猛发展也同样遭遇了人才瓶颈。目前不论是金山等游戏开发厂商，还是靠游戏而成名的盛大，或是靠游戏而风光于美国纳斯达克的网易，都已在全国广觅游戏人才，游戏人才已经变得炙手可热。

在我国的 IT 领域，市场的发展也必然会对人才不断地提出新要求，前几年是硬件人才、网络人才，接下来是软件人才，而就目前的市场需求看，毫无疑问游戏人才是最炙手可热的市场需求点之一。据了解，我国当前游戏行业最为缺乏的是游戏设计与开发工程师，为了迅速摆脱这一发展困境，我们策划出版了这套系统介绍游戏开发技术及其应用的丛书，以满足市场的广泛需求。

本丛书围绕游戏开发整个技术体系的各个方面展开，系统地介绍了三维游戏引擎设计技术及其应用、三维图形实时渲染技术及其应用、游戏中的人工智能技术及其应用、游戏动画和音效编程技术及其应用，以及游戏中的网络编程技术及其应用等，形成了一个完整的最新的游戏开发技术体系结构，有助于读者全面地学习游戏开发中最新最流行的技术和理论。当然如果读者只想了解游戏开发中某一方面的技术，则可以单一学习丛书中的某一分册，因为丛书的各分册相对独立。同时本丛书在理论上和实践上都有比较鲜明的特点，因为本丛书的作者不仅在理论上有着较深的造诣，阅读过大量游戏编程技术的硕博期刊论文和外文书籍，并在相关方面进行理论研究，而且还从事相关方面的项目和游戏及虚拟现实公司的具体产品的开发，对国外的开放源代码有过较为深入的分析。如果读者想学习到当今计算机图形学和人工智能方面的最新理论，为自己以后的理论研究作好积累，本丛书无疑可以起到抛砖引玉的作用。如果读者想在学习完本丛书之后进入实际项目的开发，抑或想去游戏公司应聘，本丛书也可以在职场上助你一臂之力。丛

丛书序

书的主要风格是在理论上深入，涉及游戏编程相关的各种高级技术和国外大学相关课程的理论内容，同时在实践中浅出，以某些具体的应用为实例，把理论付诸于实践，并在实例中讲述实际编程中的各种技巧。正因为理论和实践并重，本丛书的读者群比较广泛，可以是高校中从事计算机图形学和虚拟现实理论与算法研究的研究人员，也可以是想以后从事游戏编程工作的学生，也可以是已经从事游戏行业想进一步完善知识体系的开发人员。同时，本丛书也可以作为高校和培训学校的教材。

丛书编委会

前言

本书介绍了有关游戏引擎设计方面的知识。除了解释概念、学习基本的使用方法之外，本书每介绍一个知识内容的开发方法后，都给出了完整的实例，使读者可以了解游戏引擎开发的思想、方法、技巧，完全了解从游戏引擎的编程基础到进行初步的游戏引擎开发的基本方法。最后两个部分给出了几个完整、庞大的实例，使读者能够了解游戏开发引擎的具体细节。本书的读者应该具有一定的编程基础。同时由于游戏引擎是庞大的系统工程，限于作者能力、时间、精力有限，本书主要是为读者进入游戏引擎编程领域起一个抛砖引玉的作用。在完成此书的过程中，作者参考了 20 本以上国内外游戏编程书籍、几百篇游戏引擎开发硕博论文和期刊论文，在此一并表示感谢。

本书的主要内容

本书第一部分介绍了游戏引擎的基本概念、Windows 游戏程序设计基础、游戏引擎编程中的高级面向对象技术、三维游戏引擎中的几何基础。通过这些章节，读者可以了解游戏引擎设计的基本编程概念，并学习相关的基础知识。

第二部分在游戏引擎编程的相关基础上，进行基础图形引擎设计，学习 Direct3D 编程基础、坐标变换与摄像机使用及相关类的封装、材质与光照的基本使用和封装、增加纹理的相关技术及纹理类的封装，讲述了雾化、深度缓冲的相关技术、文本的绘制及文本类封装的相关知识、基本网格模型和 .x 文件的使用相关技术，最后进行了渲染类的封装。通过上面的学习可以对游戏引擎中三维图形引擎的最基本封闭有一个基本的了解。

第三部分介绍了三维复杂物体高级建模技术，介绍使用分形迭代进行树建模、使用粒子技术进行雨雪建模、使用弹簧受力分析实现衣服的柔体建模。

第四部分介绍室外地形生成、LOD 实时渲染、BSP 室内场景管理的相关技术，并

前言

给出了相关的大实例，使读者对游戏室外地形生成到渲染的过程有一个全方位的了解。

第五部分讲述游戏编程控制模块、网络传输模块及声音模块的理论、相关实例及其实现过程，包括 DirectInput 编程，接收鼠标、键盘信息的编程方法。

本书读者定位

本书的读者群比较广泛，可以是高校中从事计算机图形学和虚拟现实理论与算法研究的研究人员，也可以是想以后从事游戏编程工作的学生，还可以是已经从事游戏行业想进一步完善知识体系的开发人员。同时本丛书也可以作为高校和培训学校的教材。

本书主要由周炜、魏瑞轩、孙铮、李静好编写，另外，参与本书部分编写工作的还有刘月、曾凡喜、林晓珊、张晋宝、董剑、王克杰、李鑫、黄卓、庄东填、林丽、王晓青、赵应丁、赵京等。读者在阅读的过程中如对本书有什么意见和建议，欢迎来信交流：xinyuanxuan@263.net。

编者
2009年3月

目 录

丛书序
前言

第一部分 游戏引擎编程基础

第 1 章 游戏引擎简介

1.1 游戏设计概览	4
1.2 游戏引擎概述	7
1.3 三维游戏引擎结构	13
1.4 游戏接口	15
1.5 游戏编程的预备知识	17
本章小结	23

第 2 章 Windows 游戏程序设计基础

2.1 建立 WIN32 框架	25
2.2 在 Windows 下加入 DirectX 组件库	31
2.3 C++ 编程简介	33
本章小结	41

第 3 章 游戏引擎编程中的高级面向对象技术

3.1 设计模式	43
3.2 STL 使用基础	55
本章小结	69

目 录

第 4 章 三维游戏引擎中的几何基础

4.1 向量及其运算	71
4.2 矩阵及矩阵操作	75
4.3 坐标系介绍	81
4.4 几何变换	81
4.5 3D 编程中的四元数	87
本章小结	89

第二部分 基础图形引擎设计

第 5 章 Direct3D 编程基础

5.1 在应用程序中加入 Direct3D	94
5.2 使用 Direct3D 渲染顶点	101
5.3 完整的实例	111
本章小结	116

第 6 章 Direct3D 中的坐标变换与摄像机内核

6.1 Direct3D 中的几何变换	118
6.2 顶点变换的完整实例	121
6.3 世界坐标变换内核	127
6.4 摄像机内核	134
本章小结	142

目 录

第 7 章 材质与光照内核

7.1 Direct3D 中的颜色表示与顶点颜色	144
7.2 材质与灯光	147
7.3 材质光照的应用实例	153
7.4 光照类的封装	160
7.5 材质类的封装	166
7.6 材质光照内核应用实例	170
本章小结	172

第 8 章 纹理技术及纹理内核

8.1 纹理映射的基本技术	174
8.2 纹理的过滤方式	179
8.3 纹理内核类	185
8.4 多层纹理混合	192
本章小结	195

第 9 章 深度技术

9.1 深度测试及其使用	197
9.2 雾化方法	206
本章小结	229

第 10 章 文本显示及文本显示内核

10.1 文本绘制	231
10.2 文本绘制类的设计与实现	237

目 录

10.3 精灵的基本使用	245
--------------------	-----

第 11 章 网格模型的使用

11.1 Direct3D 中的网格和模型文件	252
11.2 .x 文件和网格模型的使用	269
11.3 网格使用的完整实例	272

第 12 章 渲染内核及应用

12.1 渲染内核类的设计	280
12.2 渲染内核类的实现	282

第三部分 游戏引擎中的高级建模技术

第 13 章 粒子系统及粒子内核封装

13.1 粒子系统原理介绍	298
13.2 粒子系统的基本应用	303
13.3 粒子系统内核封装	311
13.4 粒子内核的应用	317

第 14 章 游戏引擎中的植物建模技术

14.1 植物建模概述	327
14.2 游戏引擎中植物建模的实现	330

目 录

第 15 章 柔性物体建模技术

- 15.1 柔性物体建模概述 343
- 15.2 服饰模拟的实现 344

第四部分 游戏引擎中的地形场景综合管理技术

第 16 章 大规模室外地形的生成

- 16.1 分形地形生成方法 366
- 16.2 Perlin 噪声生成地形数据 375
- 16.3 地形生成方法实例 381
- 本章小结 403

第 17 章 大规模室外地形的实时渲染

- 17.1 地形实时渲染算法 405
- 17.2 基于四叉树的视点相关 LOD 地形算法 408
- 17.3 ROAM（实时优化自适应网格）算法 414
- 17.4 地形漫游系统的设计与实现 418

第 18 章 室内场景管理及渲染技术

- 18.1 室内场景管理技术 450
- 18.2 BSP 算法的实现 452
- 18.3 BSP 树的类的定义与实现 456

目 录

第五部分 其他引擎设计

第 19 章 DirectInput 输入基础

19.1	为什么使用 DirectInput	470
19.2	初始化 DirectInput	470
19.3	读取设备数据	474
19.4	读取数据实例	479
19.5	输入类封装	488

附录

参考文献



第一部分

游戏引擎编程基础

第 1 章

游戏引擎简介

主要内容：游戏引擎作为游戏开发中的一部分，它是伴随游戏开发的不断进步而产生，也是随着用户需求不断增长而进步，随着硬件的不断发展而壮大的。本章旨在介绍游戏开发之前对游戏引擎进行一下简单介绍，使学习者对游戏引擎有一个基本的认识。

本章重点：

- 电子游戏的发展历史
- 游戏发展进步的因素
- 游戏引擎的基本概念
- 游戏引擎结构
- 游戏开发的基本接口
- 游戏开发的预备知识

1.1 游戏设计概览

1.1.1 游戏发展历史

自 20 世纪 60 年代开始产生至今, 电子游戏经历了从简单到复杂, 从样式单一到今天的种类繁多, 从少部分人的娱乐变成了一种大众的娱乐文化的较长的发展时期。从电子游戏的历史可以看到技术的进步和发展。电子游戏的发展历史大概可以分为以下几个阶段:

(1) 研究时期 (1960~1980 年)。

在早期, 人们使用最原始的大型计算机, 一小部分程序员在开发游戏, 而其他则认为他们在做研究。在 MIT (麻省理工学院) 的实验室里开发了 Space War 和其他早期的游戏。

真正的电子游戏专用机产生于 20 世纪 70 年代初。1971 年, 一个还在 MIT 学习的名为 Nolan Bushnell 的人设计了世界上第一个业务用游戏机, 这个街机游戏的名字叫《电脑空间》(Computer Space)。《电脑空间》的主题是两个玩家各自控制一艘围绕着具有强大引力的星球的太空战舰向对方发射导弹进行攻击。两艘战舰在战斗的同时还必须注意克服引力, 无论是被对方的导弹击中还是没有成功摆脱引力, 飞船都会坠毁。这台业务机用一台黑白电视机作为显示屏, 用一个控制柄作为操纵器, 摆在一家弹子房里。不过很可惜, 这台祖母业务机遭到了惨痛的失败, 失败的原因是当时的玩家认为这个游戏太过复杂, 至此, 历史上第一台业务用机以失败而告终, 制作者 Nolan Bushnell 承认的失败, 但他仍然相信电子游戏的发展前景。他在《电脑空间》推出的次年, 和他的朋友 Ted Dabney 用 500 美金注册成立了自己的公司, 这个公司就是电子游戏的始祖——Atari (雅达利)。成立之初 Atari 的业务重点仍然放在了街机上。事实上, 他们获得了成功, 世界上第一台被接受的业务用机就是 Atari 推出的以乒乓球为题材的游戏 Pong。

最早的电脑游戏可以追溯到 1972 年, 那一年一个叫 Will Crowther 的人用当时最流行的 DEC 的 PDP-10 主机编写了一段简单的 FORTRAN 程序。在这个程序里, Crowther 设计了一张地图, 地图上不规则地分布着陷阱, 游戏者必须寻找路径避开陷阱。这个程序在后来被认为是最早的电脑游戏程序。1976 年, 就职于斯坦福人工智能实验室的 Don Woods 用自己实验室的施乐主机编写了一个类似的程序, 并且加入了幻想成分和谜题。他把这个程序叫做 Colossal Caves, Woods 的程序直接导致了电脑游戏的诞生。他的程序被传播到各处, 让所有的计算机高手们都为之惊喜。这个作品同时也启发了其他人的思维, 紧接着, 各式各样的游戏程序就诞生了。比较出名的有麻省理工学院的骇客们编写的 Zork 和斯克特·亚当斯 1978 年编写的 Adventureland。用电脑编制电子游戏开始在程序员之间流行起来。当时的电子游戏大多数还都是编程高手们做出来娱己的绝对的贵族游戏, 这是因为当时接触计算机的还只是科技精英, 一般人是接触不到计算机的。

(2) 商业起步时期 (1980~1990 年)。

1981 年, Toolworks 软件公司, 后来称为 Mindscape, 推出了 Colossal Caves 的官方零售版本, 起名为《最早的冒险》(Original Adventure)。这真是一个恰如其分的名称。电脑游戏的时代来临了。1981 年, IBM 推出了 PC 机。1982 年, 视频游戏市场处于大萧条状态。Atari 的主席 Ray Kassar 宣布销售已下跌了 50%。个人计算机应时出现, 许多新型计算机游戏开发者纷纷出现, 其中有些成为了专业开发队伍, 新出现的知名公司包括 Sierra On-Line、Broderbund、Synapse、Sirius 及 Strategic Simulations。Electronic Arts (EA, 电子艺界) 成立, 并成为现代游戏公司的楷模。1984