



独享两大Android OpenGL ES开发
获奖案例

OpenGL ES 2.0 游戏开发 (上卷) 基础技术和典型案例

两大完整案例（夜鹰行动和BN赛艇）贯穿整本书的实战知识，真正帮助读者学以致用。

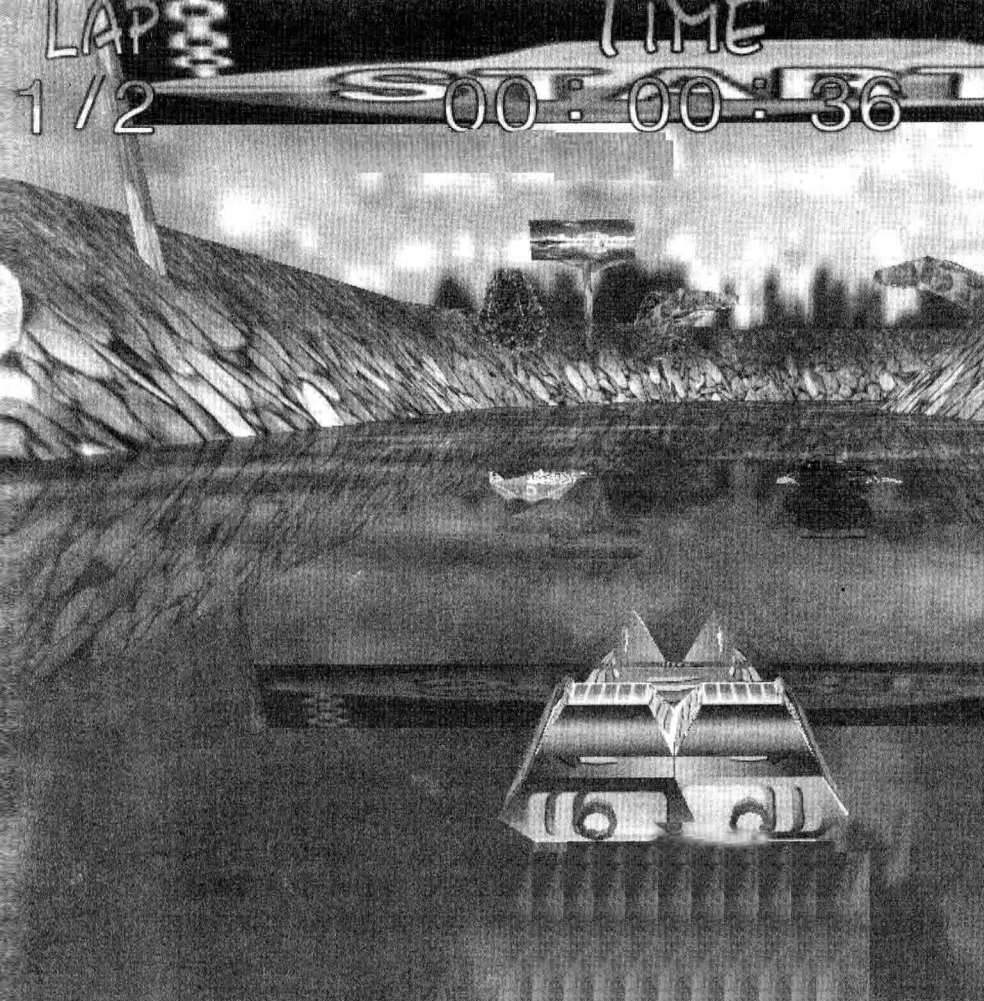
吴亚峰 著
百纳科技 审校

- 包括主流的多种开发技术：渲染管线、着色语言、投影及各种变换、光照、纹理映射、混合、雾特效、标志板、真实地形构建、天空盒与天空穹、镜像技术、3D基本形状的构建及模型的加载、传感器体感操控等。
- 案例涵盖了Android（SDK及NDK）、iOS、WebGL等主流平台。



源程序

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



OpenGL ES 2.0 游戏开发 (上卷) 基础技术和典型案例

吴亚峰 著
百纳科技 审校

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

OpenGL ES 2.0 游戏开发. 上卷, 基础技术和典型案例 / 吴亚峰著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 3
ISBN 978-7-115-33916-4

I. ①0… II. ①吴… III. ①图形软件—软件开发
IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第294923号

内 容 提 要

本书共分为 17 章, 内容按照必知必会的基础知识、基于 OpenGL ES 2.0 实现基本特效以及真实大型游戏案例的顺序进行详细地讲解。主要内容如下: OpenGL 的渲染管线、着色语言(Shading Language)、投影及各种变换、OpenGL ES 2.0 中光照的基本原理与实现、纹理映射的基本原理与使用、各种 3D 基本形状的原理与实现、3D 模型加载、混合及雾的基本原理与使用、3D 开发技巧(包括标志版、灰度图地形、粒子沉积地形、天空盒与天空穹、镜像技术、动态文本输出以及非真实感绘制等一些常用的 3D 开发技巧)、剪裁与测试、Android 中各种传感器的使用, 以及 NDK 及 iOS 平台下的 OpenGL ES 开发, 同时还介绍了如何在不同的平台间进行 3D 应用的移植; WebGL 3D 应用开发, 如何将 3D 应用移植到 WebGL 平台。最后用两大完整案例(就是夜鹰行动和 BN 赛艇)贯穿整本书的实战知识, 真正帮助读者学以致用。

本书中在给出实际的开发案例时涉及了 Android SDK、Android NDK、iOS、WebGL 等主流平台, 书中关于可编程渲染管线着色器的知识与技术还可以通用于包括 Windows Phone、MeeGO、PSP、PlayStation 等移动嵌入式平台。

本书适合初学者、移动开发者、游戏开发者、程序员学习, 也适合大中专院校的相关专业的师生用书和培训学校的教材。

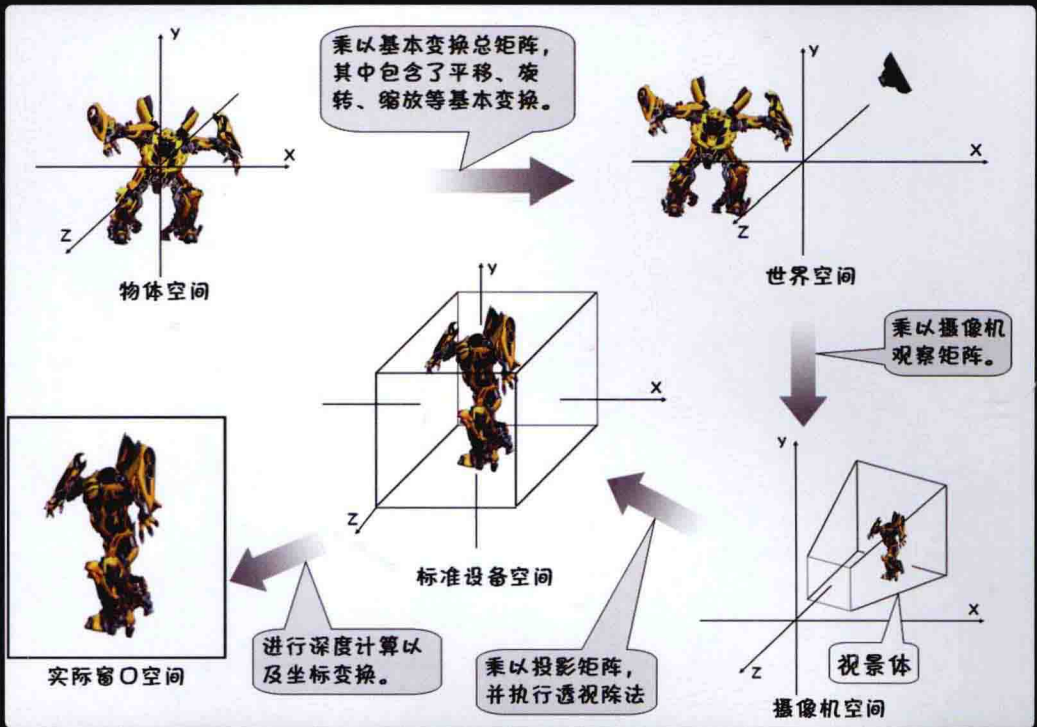
-
- ◆ 著 吴亚峰
 - 审 校 百纳科技
 - 责任编辑 张 涛
 - 责任印制 程彦红 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
 - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 30 彩插: 2
 - 字数: 829 千字 2014 年 3 月第 1 版
 - 印数: 1-3 500 册 2014 年 3 月河北第 1 次印刷
-

定价: 79.00 元(附光盘)

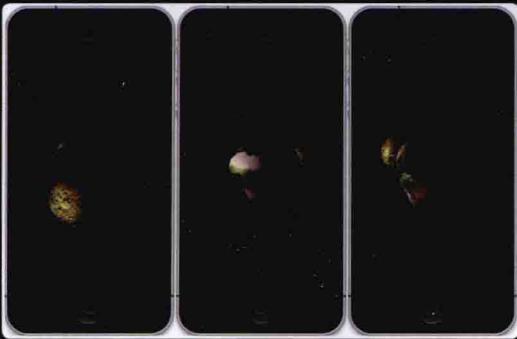
读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



第5章 所有变换的完整流程



第14章 iOS平台下的地月系



第8章 设计贝塞尔曲线的工具



第15章 WebGL地月系



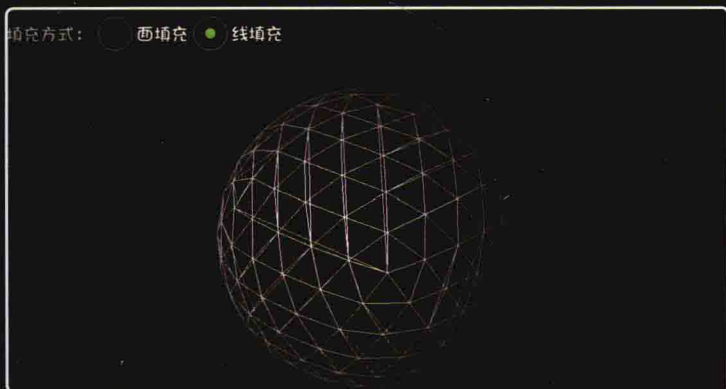
第9章 带光照的茶壶



第11章 MipMap纹理地形



第11章 程序纹理地形



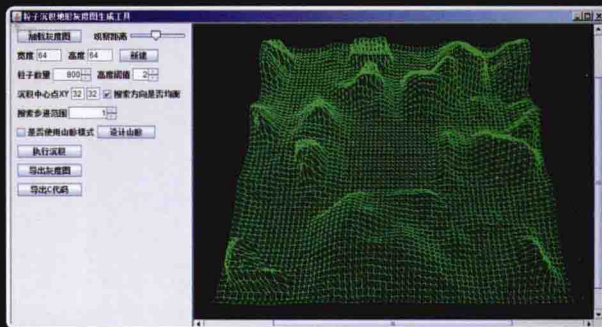
第8章 几何球线框图



第6章 定位光



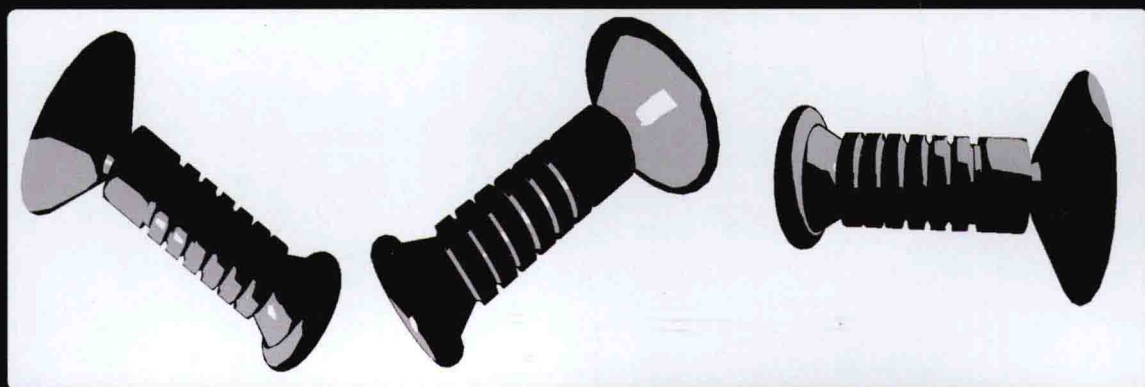
第10章 带云层的地月系



第11章 山地地形设计器



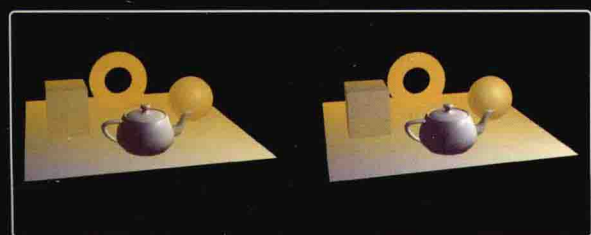
第11章 启用与未启用模板测试对比



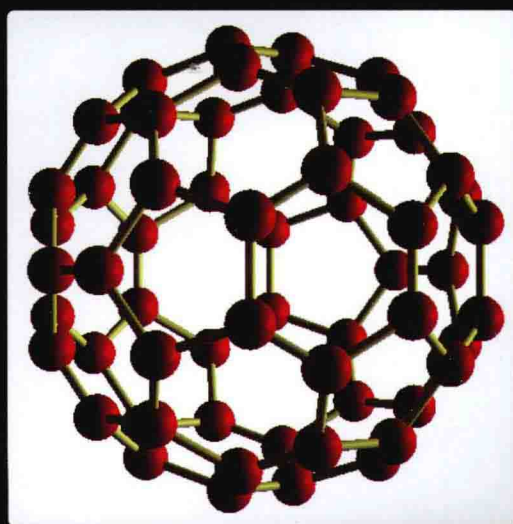
第11章 非真实感绘制



第9章 带纹理的茶壶



第10章 两种雾特效的对比



第8章 足球碳



第13章 重力小球



综合案例 - 夜鹰行动



综合案例 - BN赛艇

前 言

为什么要写这样的一本书

随着智能手机硬件性能不断提升，如水果忍者、极品飞车、会说话的 Tom 猫等一批优秀的 3D 游戏娱乐应用在广大智能机用户间流行开来，与此同时，也带动了手机游戏产业逐渐从 2D 走向 3D。但目前国内专门介绍这方面开发的书籍与资料都非常少，同时 3D 应用开发的门槛又比较高，使得很多初学者无从下手。根据这种情况，笔者结合多年从事 3D 游戏应用开发的经验编写了本书。

了解一些 3D 领域的技术人员都知道，移动嵌入式平台上的 3D 应用开发主要是基于 OpenGL ES 的 3 个版本，即 OpenGL ES 1.0、1.1 和 2.0。OpenGL ES 1.0 与 1.1 是较老的版本，渲染能力很有限，留给开发人员发挥的空间也很有限。本书主要介绍了 OpenGL ES 2.0，其采用的是可编程渲染管线，留给了开发人员充分的发挥空间。

本书中在给出实际的开发案例时涉及了 Android SDK、Android NDK、iOS、WebGL 等主流平台，充分考虑到了各个不同主流目标平台读者的需求。同时，本书中关于 OpenGL ES 2.0 可编程渲染管线着色器的知识与技术还可以通用于其他的很多移动嵌入式平台，包括 Windows Phone、MeeGO、PSP、PlayStation 等。因此，学习各种移动嵌入式平台下高级 3D 应用开发的读者都可以参考此书。

经过一年多见缝插针式的写作，本书终于交稿了。回顾写书的这一年时间，不禁为自己能最终完成这个耗时费力的“大制作”而感到欣慰。同时也为自己能将从事游戏开发近 10 年来积累的宝贵经验以及编程感悟分享给正在开发阵线上埋头苦干的广大开发人员而感到高兴。

贾岛的《剑客》一诗有言：“十年磨一剑，霜刃未曾试，今日把示君，谁有不平事？”从 1998 年首次接触 Java 与 OpenGL 算起，到现在也是 10 年有余。笔者希望用 10 年的知识和经验磨出的利剑能够帮助广大读者在实际工作中披荆斩棘、奋勇向前。

本书特点

1. 内容丰富，由浅入深

本书组织上本着“起点低，终点高”的原则，内容覆盖了从学习 OpenGL ES 2.0 必知必会的基础知识到基于 OpenGL ES 2.0 实现各种高级特效，书的最后还给出了完整的大型 3D 游戏案例。其中的两个案例是笔者带领学员参加谷歌（Google）2011 第二届 Android 应用开发中国大学生挑战赛的获奖作品，其中第 16 章的夜鹰行动更是获全国总决赛前 5 名大奖的作品。

这样的内容组织使学习移动嵌入式 3D 应用开发的初学者可以一步一步成长为 3D 开发的达人，符合绝大部分想学习 3D 应用开发的学生与程序开发人员以及相关技术人员的需求。

2. 结构清晰，讲解到位

本书中配合每个需要讲解的知识点都给出了丰富的插图与完整的案例，使得初学者易于上手，有一定基础的读者便于深入。书中所有的案例均是根据笔者多年的开发心得进行设计的，结构清晰，便于读者进行学习。同时书中还给出了很多笔者多年来积累的编程技巧与心得，具有很高的

参考价值。

3. 非常实用的光盘

为了便于读者学习，本书附赠的光盘中包含了书中所有案例的完整源代码，最大限度地帮助读者快速掌握开发技术。

内容导读

本书共分为 17 章，内容按照必知必会的基础知识、基于 OpenGL ES 2.0 实现基本特效以及真实大型游戏案例的顺序进行详细地讲解。

章 名	主要内容
第 1 章 初识庐山真面目——Android 概览	本章简要介绍了 Android 的诞生、特点、开发环境的搭建及运行机制
第 2 章 游戏开发相关 Android 知识——音效、存储、蓝牙等	本章主要介绍了基于 Android 平台开发游戏所必需了解的基础知识，包括音效、数据库、I/O 以及网络通信等
第 3 章 初识 OpenGL ES 2.0	本章介绍了 OpenGL ES 的一些基本知识，内容主要包括 OpenGL ES 1.x 与 OpenGL ES 2.0 的渲染管线
第 4 章 着色语言	本章对于实现 OpenGL ES 2.0 可编程渲染管线着色器的着色语言进行了系统地介绍，为后面各方面的深入学习打下了基础
第 5 章 必知必会的 3D 开发知识——投影及各种变换	本章介绍了 3D 开发中投影、各种变换的原理与实现，同时还介绍了几种不同的绘制方式
第 6 章 让场景更逼真——光照效果	本章介绍了 OpenGL ES 2.0 中光照的基本原理与实现、点法向量与面法向量的区别以及光照的每顶点计算与每片元计算的差别
第 7 章 更加酷炫的 3D 效果——纹理映射	本章介绍了纹理映射的基本原理与使用，同时还介绍了不同的纹理拉伸与采样方式、多重过程纹理技术以及压缩纹理
第 8 章 丰富的立体形状——3D 基本形状的构建	本章介绍了使用 OpenGL ES 2.0 开发各种 3D 基本形状的原理与实现，包括圆柱、圆锥、圆环、螺旋管、几何球以及贝塞尔曲线旋转面等内容
第 9 章 更逼真的游戏场景——3D 模型加载	本章介绍了如何使用自定义的加载工具类直接加载使用 3ds Max 创建的 3D 立体物体
第 10 章 独特的场景渲染技术——混合与雾	本章主要介绍了混合以及雾的基本原理与使用
第 11 章 常用的 3D 开发技巧——标志板、天空盒、镜像绘制等	本章主要介绍了一些常用的 3D 开发技巧，包括标志板、灰度图地形、粒子沉积地形、天空盒与天空穹、镜像技术、动态文本输出以及非真实感绘制等
第 12 章 渲染出更加酷炫的 3D 场景——剪裁测试	本章主要介绍了 OpenGL ES 2.0 中经常使用的几种剪裁与测试，包括剪裁测试、Alpha 测试、模板测试以及任意剪裁平面等
第 13 章 引人入胜的游戏特性——传感器应用开发	本章介绍了 Android 手机中各种传感器的使用，包括加速度传感器、磁场传感器、光传感器、温度传感器、接近传感器以及姿态传感器等，同时还给出了使用传感器进行 3D 应用体感操控的案例
第 14 章 移动开发平台上的主角——Android NDK 及 iOS 平台下的 OpenGL ES 开发	本章系统地介绍了 Android NDK 以及 iOS 平台下基于 OpenGL ES 2.0 的 3D 应用开发，同时还介绍了如何在不同的平台间进行 3D 应用的移植
第 15 章 Web 端 3D 游戏开发——WebGL 3D 应用开发	本章系统地介绍了 WebGL 平台下基于 OpenGL ES 2.0 的 3D 应用开发，同时还介绍了如何将 3D 应用移植到 WebGL 平台
第 16 章 综合案例一——夜鹰行动	本章给出了一款完整的 3D 空战游戏案例——夜鹰行动，内容主要涉及大场景的制作、飞机选择、3D 模型的加载、飞机与物体的碰撞、子弹发射、体感操控等功能的开发
第 17 章 综合案例二——BN 赛艇	本章给出了一个完整的 3D 游戏案例——BN 赛艇，内容涉及大场景的制作、赛艇与物体及地形的碰撞、选择不同的赛艇、多艘赛艇同时竞速以及音效设置等各种功能的开发

本书内容丰富，从基本知识到高级特效；从简单的应用程序到完整的 3D 游戏案例，适合不同需求、不同水平层次各类读者。

- 初学 OpenGL ES 2.0 3D 应用开发的读者

本套书《OpenGL ES 2.0 游戏开发（上卷）》和《OpenGL ES 2.0 游戏开发（下卷）》内容包括在各个主流平台下进行 3D 应用开发各方面的知识，内容由浅入深，配合详细的案例。非常适合 3D 游戏的初学者循序渐进地学习，最终成为 3D 游戏应用开发的达人。

- 有一定 3D 开发基础希望进一步深入学习 OpenGL ES 2.0 高级 3D 开发技术的读者

本套书不仅包括了 OpenGL ES 2.0 开发的基础知识，同时也包括了基于 OpenGL ES 2.0 实现高级特效以及完整的游戏案例，有利于有一定基础的开发人员进一步提高开发水平与能力。

本书作者

吴亚峰，毕业于北京邮电大学，后留学澳大利亚卧龙岗大学取得硕士学位。1998 年开始从事 Java 应用的开发，有 10 多年的 Java 开发与培训经验。主要的研究方向为 OpenGL ES、手机游戏、Java EE 以及搜索引擎。同时为手机游戏、Java EE 独立软件开发工程师，并兼任百纳科技 Java 培训中心首席培训师。近 10 年来为数 10 家著名企业培养了上千名高级软件开发人员，曾编写过《菜鸟成长之路——Java 程序员职场全攻略》、《Android 3D 游戏案例开发大全》、《Android 平板电脑开发实战详解和典型案例》、《Android 游戏开发大全》、《Android 应用案例开发大全》、《Unity 3D 游戏开发技术详解与典型案例》等多本畅销技术书籍。2008 年年初开始关注 Android 平台下的应用开发，并开发出一系列优秀的 Android 3D 应用程序与游戏。

本书在编写过程中得到了唐山百纳科技有限公司 Java 培训中心的大力支持，同时仇磊、李腾飞、夏学良、王旅波、李胜杰、代其祥、蒋科、任俊钢、章雅卓、付鹏、白冰以及家人为本书的编写提供了很多帮助，在此表示衷心的感谢！

由于笔者的水平和学识有限，且书中涉及的知识较多，难免有错误和疏漏之处，敬请广大读者批评指正，并多提宝贵意见。本书责任编辑联系邮箱为：zhangtao@ptpress.com.cn。

编者

目 录

第 1 章 初识庐山真面目——Android

概览	1
1.1 智能手机市场现状	1
1.1.1 5 大智能手机操作系统	1
1.1.2 智能手机市场的新星	1
1.2 Android 平台的特点及未来的趋势	2
1.2.1 全新理念带来的体验风暴	2
1.2.2 中国手机市场的主导性作用	2
1.2.3 手机 3D 游戏和应用 增长迅速	3
1.3 如何搭建 Android 开发环境	3
1.3.1 JDK 的安装及环境配置	3
1.3.2 Eclipse 集成开发环境的搭建	5
1.3.3 创建并启动模拟器	6
1.4 Hello Android 应用程序的开发	9
1.4.1 第一个 Android 应用程序	9
1.4.2 Android 应用程序的项目 结构	12
1.4.3 Android 应用程序的调试	13
1.4.4 实际设备的联机调试	15
1.5 已有 Android 项目的导入和运行	15
1.5.1 项目的导入	15
1.5.2 应用程序的运行	16
1.6 Android 应用程序运行的机制	16
1.6.1 应用程序的系统架构	17
1.6.2 应用程序框架	17
1.6.3 Android 运行时	18
1.6.4 系统库	18
1.6.5 底层 Linux 内核	19
1.7 本章小结	19

第 2 章 游戏开发相关 Android 知识——

音效、存储、蓝牙等	20
2.1 游戏中的音效	20
2.1.1 游戏中的即时音效	20
2.1.2 即时音效的一个案例	21
2.1.3 背景音乐播放技术	23

2.1.4 简易音乐播放器的实现	25
2.2 简单数据的存储——Preferences	28
2.2.1 Preferences 简介	28
2.2.2 Preferences 实现访问时间的 记录	28
2.3 手机自带数据库——SQLite	29
2.3.1 初识 SQLite	29
2.3.2 SQLite 数据库的基本操作	30
2.3.3 SQLite 数据库的简单案例	31
2.3.4 使用 ContentProvider 组件 共享数据	34
2.3.5 使用 ContentResolver 获取 分享数据	35
2.4 文件 I/O	37
2.4.1 访问 SD 卡中的文件	37
2.4.2 访问手机中的文件夹	38
2.4.3 读取 assets 文件夹下的内容	40
2.5 2D 动画的开发	41
2.5.1 SurfaceView 用法简介	42
2.5.2 使用 SurfaceView 实现 2D 动画	42
2.6 Socket 网络通信	47
2.6.1 Socket 开发基本知识	47
2.6.2 服务器端	47
2.6.3 客户端	48
2.7 蓝牙通信	49
2.7.1 蓝牙通信的基本知识	49
2.7.2 聊天案例概览	50
2.7.3 聊天案例的开发过程	51
2.8 本章小结	62

第 3 章 初识 OpenGL ES 2.0

3.1 OpenGL ES 2.0 概述	63
3.1.1 OpenGL ES 2.0 简介	63
3.1.2 初识 OpenGL ES 2.0 应用 程序	66
3.2 着色器与渲染管线	74
3.2.1 OpenGL ES 1.x 的渲染管线	74

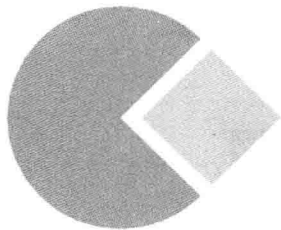
3.2.2	OpenGL ES 2.0 的渲染管线	78	5.3.1	基本变换的相关数学知识	126
3.2.3	OpenGL ES 中立体物体 的构建	81	5.3.2	平移变换	126
3.3	主流 Android 手机 GPU 大比拼	82	5.3.3	旋转变换	129
3.3.1	手机 GPU 四大家族对比	82	5.3.4	缩放变换	130
3.3.2	主流 GPU 的性能参数比较	86	5.3.5	基本变换的实质	131
3.4	本章小结	87	5.4	所有变换的完整流程	132
第 4 章	着色语言	88	5.5	绘制方式	135
4.1	着色语言 (Shading Language) 概述	88	5.5.1	各种绘制方式概览	135
4.2	着色语言基础	88	5.5.2	点与线段绘制方式	137
4.2.1	数据类型概述	89	5.5.3	三角形条带与扇面 绘制方式	138
4.2.2	数据类型的基本使用	93	5.5.4	顶点法与索引法	142
4.2.3	运算符	94	5.6	设置合理的视角	144
4.2.4	类型转换	96	5.7	卷绕和背面剪裁	149
4.2.5	限定符	97	5.7.1	基本知识	149
4.2.6	流程控制	100	5.7.2	一个简单的案例	150
4.2.7	函数的声明与使用	102	5.8	本章小结	152
4.2.8	片元着色器中浮点变量 精度的指定	103	第 6 章	让场景更逼真——光照效果	153
4.2.9	程序的基本结构	103	6.1	曲面物体的构建	153
4.3	特殊的内建变量	104	6.1.1	球体构建的基本原理	153
4.3.1	顶点着色器中的内建变量	104	6.1.2	案例效果概览	154
4.3.2	片元着色器中的内建变量	104	6.1.3	开发步骤	154
4.4	着色语言的内置函数	105	6.2	基本光照效果	157
4.4.1	角度转换与三角函数	106	6.2.1	光照的基本模型	157
4.4.2	指数函数	106	6.2.2	环境光	158
4.4.3	常见函数	107	6.2.3	散射光	159
4.4.4	几何函数	110	6.2.4	镜面光	163
4.4.5	矩阵函数	111	6.2.5	三种光照通道的合成	167
4.4.6	向量关系函数	112	6.3	定位光与定向光	168
4.4.7	纹理采样函数	112	6.4	点法向量和面法向量	171
4.4.8	微分函数	113	6.5	光照的每顶点计算与每片元计算	173
4.5	用 invariant 修饰符避免值变问题	114	6.6	本章小结	175
4.6	本章小结	115	第 7 章	更加酷炫的 3D 效果—— 纹理映射	176
第 5 章	必知必会的 3D 开发知识——投影 及各种变换	116	7.1	初识纹理映射	176
5.1	摄像机的设置	116	7.1.1	基本原理	176
5.2	两种投影方式	117	7.1.2	纹理映射的简单案例	177
5.2.1	正交投影	117	7.2	纹理拉伸	182
5.2.2	透视投影	123	7.2.1	两种拉伸方式概览	182
5.3	各种变换	126	7.2.2	不同拉伸方式的案例	183
			7.3	纹理采样	186
			7.3.1	纹理采样概述	186

7.3.2	最近点采样	186	9.1.1	obj文件的格式	235
7.3.3	线性纹理采样	187	9.1.2	用3ds Max设计3D模型	236
7.3.4	MIN与MAG采样	189	9.2	加载obj文件	237
7.3.5	不同纹理采样方式的案例	189	9.2.1	加载仅有顶点坐标与面数据的obj文件	237
7.4	mipmap纹理技术	193	9.2.2	加载后自动计算面法向量	240
7.5	多重纹理与过程纹理	194	9.2.3	加载后自动计算平均法向量	242
7.5.1	案例概览	194	9.2.4	加载纹理坐标	245
7.5.2	将2D纹理映射到球面上的策略	195	9.3	本章小结	247
7.5.3	案例的场景结构	196	第10章 独特的场景渲染技术——混合与雾		
7.5.4	开发过程	197	混合与雾		
7.6	压缩纹理的使用	203	10.1	混合技术	248
7.7	本章小结	205	10.1.1	混合基本知识	248
第8章 丰富的立体形状——3D基本形状的构建			10.1.2	源因子和目标因子	249
形状的构建			206	10.1.3	简单混合效果案例
8.1	圆柱体	206	10.2	地月系云层效果的实现	252
8.1.1	顶点原始位置的生成	206	10.3	雾	254
8.1.2	案例的开发	208	10.3.1	雾的原理与优势	254
8.2	圆锥体	210	10.3.2	雾的简单实现	255
8.2.1	顶点原始位置的生成	210	10.4	本章小结	257
8.2.2	案例的开发	212	第11章 常用的3D开发技巧——标志板、天空盒、镜像绘制等		
8.3	圆环体	213	11.1	标志板	258
8.3.1	顶点原始位置的生成	213	11.1.1	案例效果与基本原理	258
8.3.2	案例的开发	214	11.1.2	开发步骤	259
8.4	螺旋管	216	11.2	灰度图地形	262
8.4.1	顶点原始位置的生成	216	11.2.1	基本原理	263
8.4.2	案例的开发	217	11.2.2	普通灰度图地形	263
8.5	几何球	218	11.2.3	过程纹理地形	265
8.5.1	顶点原始位置的生成	218	11.2.4	MipMap地形	268
8.5.2	案例的开发	220	11.3	用粒子沉积算法构建地形	269
8.6	足球碳分子模型的搭建	224	11.3.1	粒子沉积法基本原理	269
8.6.1	搭建的基本原理	225	11.3.2	地形设计器的使用	271
8.6.2	案例的开发	227	11.3.3	粒子沉积的核心算法类	272
8.7	贝塞尔曲线及旋转面	229	11.4	天空盒与天空穹	274
8.7.1	三维旋转曲面的生成	230	11.4.1	天空盒	274
8.7.2	贝塞尔曲线	230	11.4.2	天空穹	275
8.7.3	Bezier曲线生成工具	231	11.4.3	天空盒与天空穹的使用技巧	277
8.7.4	印度古典建筑场景的开发	233	11.5	镜像技术	277
8.8	本章小结	234	11.5.1	镜像基本原理	277
第9章 更逼真的游戏场景——3D模型加载			加载		
加载			235		
9.1	obj模型文件概述	235			

11.5.2 基本效果案例	277	13.6.1 温度传感器简介	305
11.5.3 升级效果案例	280	13.6.2 案例的开发	305
11.6 动态文本输出	281	13.7 接近传感器	306
11.6.1 案例效果与基本原理	281	13.7.1 接近传感器简介	306
11.6.2 具体开发步骤	282	13.7.2 案例的开发	307
11.7 非真实感绘制	283	13.8 姿态传感器	308
11.7.1 案例效果与基本原理	284	13.8.1 姿态传感器简介	308
11.7.2 具体开发步骤	284	13.8.2 案例的开发	310
11.8 本章小结	286	13.9 加速度传感器综合案例	311
第 12 章 渲染出更加酷炫的 3D 场景		13.10 传感器的坐标轴问题	313
——剪裁测试	287	13.11 本章小结	316
12.1 剪裁测试	287	第 14 章 移动开发平台上的主角——	
12.1.1 基本原理与核心代码	287	Android NDK 及 iOS 平台下	
12.1.2 一个主次视角的简单		的 OpenGL ES 开发	317
案例	287	14.1 使用 Android NDK 进行	
12.2 Alpha 测试	288	OpenGL ES 开发	317
12.2.1 Alpha 测试基本原理	289	14.1.1 Android NDK 开发环境	
12.2.2 一个椭圆窗口的案例	289	的下载及配置	317
12.3 模板测试	290	14.1.2 Android NDK 在 Eclipse	
12.3.1 基本原理	291	中的配置	320
12.3.2 一个简单的案例	293	14.1.3 使用 Android NDK 开发简单	
12.4 任意剪裁平面	294	的 OpenGL ES 2.0 程序	322
12.4.1 基本原理	294	14.2 使用 Android NDK 开发山地	
12.4.2 茶壶被任意平面剪裁		地形场景	328
的案例	294	14.2.1 案例效果及山地绘制类	
12.5 本章小结	296	的开发	329
第 13 章 引人入胜的游戏特性——		14.2.2 NDK 端渲染函数的开发	331
传感器应用开发	297	14.3 基于 iOS 平台开发 OpenGL	
13.1 基本的开发流程	297	ES 2.0 程序	332
13.2 加速度传感器	299	14.3.1 案例运行效果及 Xcode	
13.2.1 加速度传感器简介	299	项目的创建	332
13.2.2 案例的开发	300	14.3.2 案例的开发过程	334
13.3 磁场传感器	301	14.4 基于 iOS 平台的地月系场景案例	337
13.3.1 磁场传感器简介	301	14.4.1 案例运行效果及 GLView	
13.3.2 案例的开发	301	的开发	337
13.4 陀螺仪传感器	302	14.4.2 其他部分的开发	338
13.4.1 陀螺仪传感器简介	302	14.5 本章小节	340
13.4.2 案例的开发	302	第 15 章 Web 端 3D 游戏开发——	
13.5 光传感器	304	WebGL 3D 应用开发	341
13.5.1 光传感器简介	304	15.1 WebGL 概览	341
13.5.2 案例的开发	304	15.1.1 WebGL 简介	341
13.6 温度传感器	305	15.1.2 WebGL 效果展示	341

15.2	初识 WebGL 应用	342	16.6	该游戏中的着色器	405
15.2.1	Obj 模型加载工具简介	342	16.6.1	加载界面着色器	405
15.2.2	简单渲染 3D 模型案例 的开发	344	16.6.2	地形着色器	405
15.3	加入光照效果的 WebGL 案例	349	16.6.3	按钮着色器	407
15.3.1	生成带有法向量数据的 JavaScript 脚本文件	349	16.6.4	星空着色器	407
15.3.2	案例的具体开发	350	16.6.5	生命值矩形着色器	408
15.4	带有纹理贴图的 WebGL 案例	351	16.6.6	颜色圆面着色器	408
15.4.1	生成带有法向量和纹理 坐标数据的 JavaScript 脚本文件	351	16.7	游戏的优化与改进	408
15.4.2	案例的开发	351	第 17 章 综合案例二——BN 赛艇		410
15.4.3	WebGL 版的地月系案例	353	17.1	游戏背景及功能概述	410
15.5	本章小节	354	17.1.1	游戏开发的背景概述	410
第 16 章 综合案例一——夜鹰行动		355	17.1.2	游戏功能介绍	410
16.1	游戏背景及功能概述	355	17.2	游戏的策划及准备工作	412
16.1.1	游戏开发的背景概述	355	17.2.1	游戏的策划	412
16.1.2	游戏功能介绍	355	17.2.2	Android 平台下游戏的 准备工作	413
16.2	游戏的策划及准备工作	358	17.3	游戏的架构	416
16.2.1	游戏的策划	358	17.3.1	各个类简要介绍	417
16.2.2	Android 平台下游戏开发 的准备工作	359	17.3.2	游戏框架简介	421
16.3	游戏的架构	362	17.4	主控制类 (MyActivity)	423
16.3.1	各个类的简要介绍	362	17.5	2D 界面相关类	426
16.3.2	游戏框架简介	365	17.5.1	欢迎界面类 (WelcomeView)	426
16.4	公共类 Aircraft_Activity	366	17.5.2	2D 界面父类 (MySFView)	427
16.5	游戏相关类	368	17.5.3	主菜单类 (MenuView)	427
16.5.1	游戏界面绘制类 (GLGameView)	369	17.5.4	2D 界面绘制类 (ViewForDraw)	428
16.5.2	游戏线程类 (KeyThread)	380	17.5.5	数据库工具类 (DBUtil)	429
16.5.3	子弹类 (BulletForControl)	391	17.5.6	Android 系统版本对话框 (AndroidVersionDialog)	431
16.5.4	坦克类 (TanKe)	395	17.6	选船界面相关类	431
16.5.5	山地绘制类 (LandForm)	399	17.6.1	着色器管理类 (ShaderManager)	432
16.5.6	颜色圆面类 (CircleForDraw)	400	17.6.2	围墙类 (ColorLightRect)	432
16.5.7	星空类 (SkyNight)	402	17.6.3	选船房间类 (HouseForDraw)	433
16.5.8	爆炸效果绘制类 (DrawBomb)	403	17.6.4	展台类 (DisplayStation)	435
16.5.9	数字绘制类 (NumberForDraw)	404	17.6.5	赛艇类 (Boat)	436
			17.6.6	选船界面 (XCSurfaceView)	436
			17.7	游戏界面相关类	441

17.7.1	进度条类 (Process)	441	17.7.12	比较两灌木距离摄像机距离类 (MyComparable) ...	449
17.7.2	3D 物体父类 (BNDrawer)	442	17.7.13	单个灌木类 (SingleShrub)	450
17.7.3	3D 物体控制类 (TDOBJECTFORCONTROL)	442	17.7.14	灌木控制类 (ShrubForControl)	451
17.7.4	赛艇类 (Boat)	443	17.7.15	赛艇赛道类 (RaceTrack)	451
17.7.5	可碰撞物体父类 (KZBJDRAWER)	444	17.7.16	赛艇与桥碰撞检测类 (PZZ)	453
17.7.6	可碰撞物体控制类 (KZBJFORCONTROL)	444	17.7.17	赛艇运动路径工具类 (PathUtil)	453
17.7.7	赛艇与可碰撞物体检测碰撞线程 (ThreadColl)	446	17.7.18	尾浪类 (WeiLang)	454
17.7.8	可吃物体父类 (SpeedForEat)	446	17.7.19	水面类 (Water)	455
17.7.9	可吃物体控制类 (SpeedForControl)	447	17.7.20	游戏界面类 (MyGLSurfaceView)	456
17.7.10	晶体旋转线程 (RotateThread)	448	17.7.21	运动监听线程 (KeyThread)	463
17.7.11	赛艇与晶体碰撞检测线程 (ThreadForEat)	449	17.8	该游戏中的着色器	465
			17.9	游戏的优化与改进	467



第1章 初识庐山真面目

——Android 概览

随着移动互联网时代的到来，智能手机逐渐走进了人们的生活，Google 公司也于 2007 年 11 月 5 日发布了基于 Linux 平台的开源手机操作系统——Android。由于 Android 系统的开源性以及其它各个方面的因素，其受到了广大手机厂商的青睐，因此，需要大量的 Android 开发人员来满足日益增长的海量软件开发需求。

提示

有些读者可能会有一点奇怪，不是介绍 OpenGL ES 2.0 的书籍吗，怎么一开始就介绍 Android 呢？这是因为本书是立足于通过案例来讲解 OpenGL ES 2.0 3D 游戏应用开发的。而 OpenGL ES 2.0 的应用是必须在某种平台上才能运行的，若不借助于一个具体的平台，就只能进行空泛的理论讨论和纸上谈兵了，这对读者学习开发帮助不大。

Android 是目前市面上占有率最高的移动嵌入式平台，故作者选用其作为本书 OpenGL ES 2.0 3D 应用开发基础知识部分案例的辅助运行平台。所以，需要在本书开头用一些章节简要介绍一下 Android 的相关基础知识。不准备在 Android 平台下开发 3D 应用的读者也不用担心，可以先略过此章，本书后面的章节还会介绍在 iOS、WebGL 等其他平台下的 3D 应用开发。

1.1 智能手机市场现状

手机的问世使得人们联络更加方便，同时随着手机的逐渐发展，其已经成为现代生活中不可或缺的一个组成部分。在移动互联网时代，手机也可以像 PC 一样安装很多的游戏、应用，就像一部随身携带的小型计算机，而且其有着 PC 不可比拟的移动性，这使得智能手机的销量逐渐增大。

1.1.1 5 大智能手机操作系统

移动互联网时代到来之前，智能手机操作系统主要有 Symbian、BlackBerry、Windows Mobile、嵌入式 Linux 和 Palm OS。这 5 大操作系统占据了整个智能手机市场，并且以 Symbian 为主，其市场占有率最高，曾经一度达到 70%。

1.1.2 智能手机市场的新星

2007 年 1 月 9 日，iPhone 的诞生开创了移动设备的新纪元，其对移动电话做出了一个全新的阐释。无线通信、媒体播放器、数码助理、多点触控技术、传感器体感以及数以万计的软件应用，苹果引领着全世界移动设备的潮流，乔布斯再次创造了神话。iPhone5 的最新机型如图 1-1 所示。

同年，11 月 5 日 Google 发布了一款基于 Linux 平台的开源手机操作系统 Android，该平台由操作系统、用户界面和应用程序组成，是首个为移动终端打造的具有开放性质的平台。最新的