



独享三大Android OpenGL ES开发案例

OpenGL ES 2.0 游戏开发 (下卷) 高级特效和典型案例

- 三大完整案例（火力篮球、虚拟停车场、WebGL模拟飞行）贯穿整本书的实战知识，真正帮助读者学以致用。
- 涵盖多种主流特效开发技术及实现的多种酷炫效果，包括用顶点着色器实现软体及动画，用片元着色器实现程序纹理、数字图像处理、体积雾、粒子系统火焰，反射、折射、阴影等真实光学效果的模拟，3D物理引擎Bullet及JBullet，骨骼动画的加载与渲染，3D拾取技术，同时还讨论了一些3D游戏开发中的性能优化问题。
- 案例涵盖了Android、iOS、WebGL等主流平台。

吴亚峰 著
百纳科技 审校



源程序



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



014034512

TP391.414
63
V2

OpenGL ES 2.0

游戏开发 (下卷)

高级特效和典型案例

吴亚峰 著
百纳科技 审校



北航

C1715009

人民邮电出版社
北京

TP391.414
63
V2
P.

512380310

图书在版编目 (CIP) 数据

OpenGL ES 2.0 游戏开发. 下卷, 高级特效和典型案例 / 吴亚峰著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-115-34469-4

I. ①O… 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 (2014) 第027771号

内 容 提 要

本书共分 12 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讲解。第 1 章介绍如何通过顶点着色器实现酷炫效果, 包括飘扬的旗帜、扭动的软糖、展翅飞翔的雄鹰、吹气特效等。第 2 章介绍程序纹理、数字图像处理技术、分形着色器、粒子系统火焰特效等。第 3 章介绍模拟现实世界的一些光学效果, 如反射、折射、凹凸映射、高真实感地形等。第 4 章介绍投影贴图、平面阴影、阴影映射、阴影贴图、聚光灯高级光源、高真实感水面倒影等光影效果。第 5 章游戏开发中的物理学, 介绍包括 AABB 包围盒、穿透效应、粒子系统以及弹簧质点模型等。第 6 章介绍 3D 游戏开发中经常使用的 3D 物理引擎 jBullet、Bullet, 各种物体形状的碰撞以及 NDK 下 Bullet 物理引擎的使用。第 7 章介绍 3D 游戏开发中常用的骨骼动画技术。第 8 章介绍包括 3D 拾取、多点触控以及多键监听等技巧。第 9 章讨论 3D 游戏开发中的一些性能优化问题。第 10 章~第 12 章用 3 大案例, 如火力篮球、虚拟停车场、WebGL 模拟飞行把所学知识贯穿起来, 达到了学以致用的目的。

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、不同水平层次的各类读者。特别是移动游戏开发者、程序员, 以及大专院校相关专业师生的学习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 杨林杰
 - ◆ 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>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 25.25 彩插 4
字数: 697 千字 2014 年 4 月第 1 版
印数: 1—3 500 册 2014 年 4 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

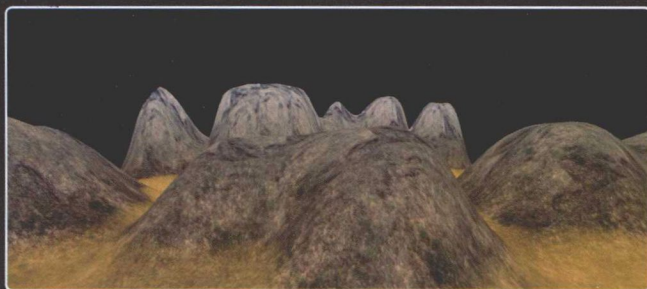
广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



第2章 用片元着色器进行数字图像处理



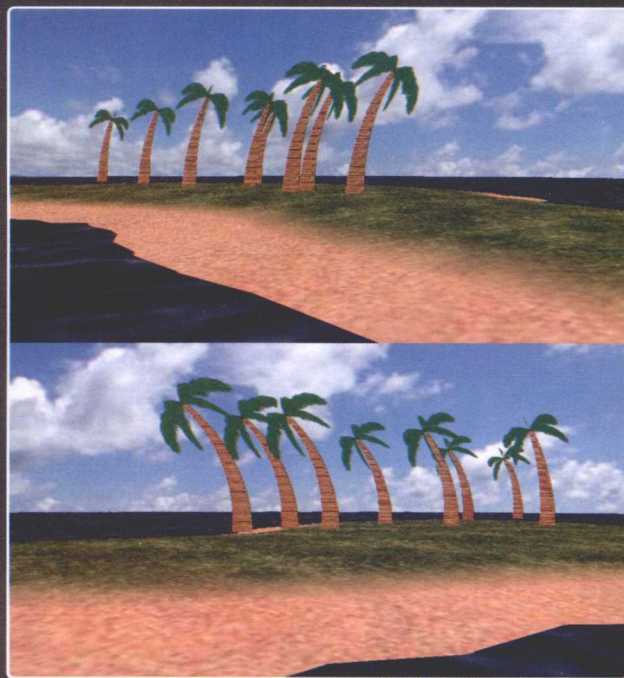
第1章 展翅飞翔的雄鹰



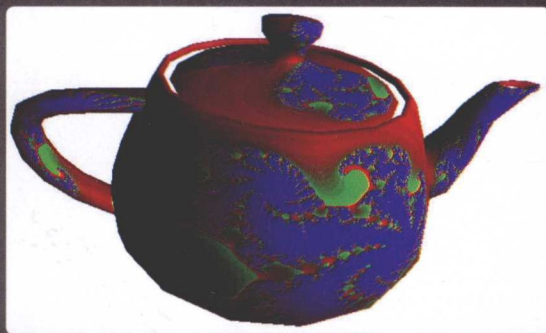
第2章 体积雾



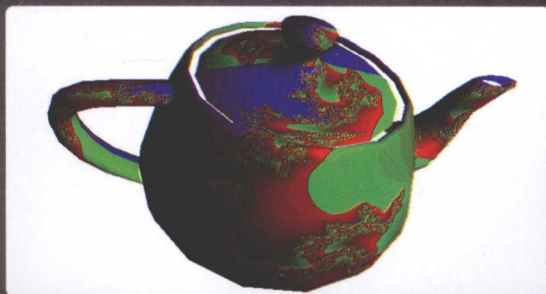
第3章 高真实感地形



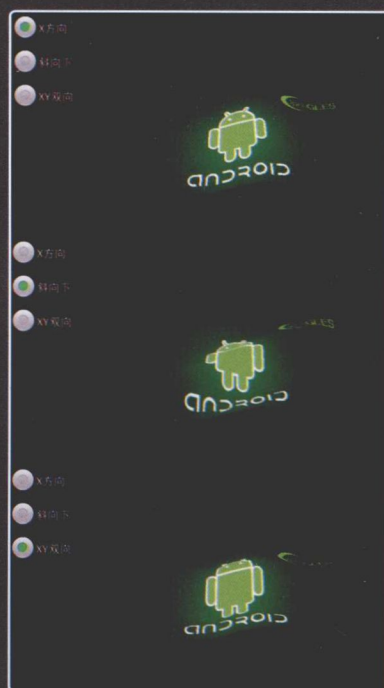
第1章 沙滩椰子树



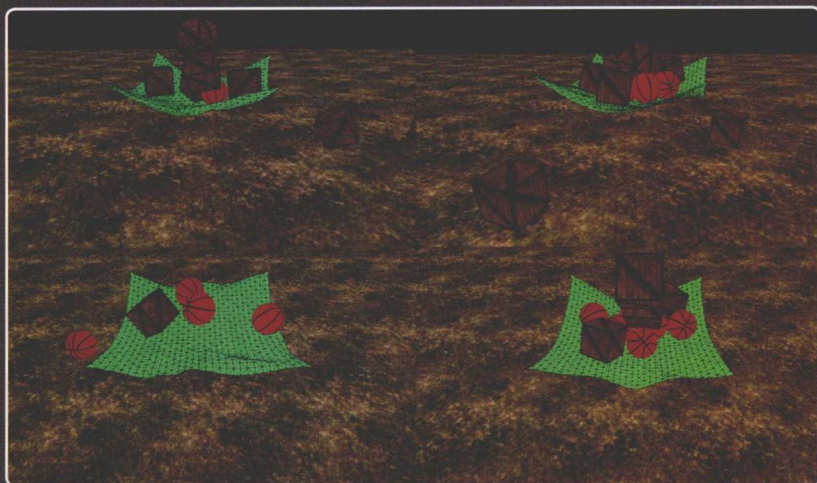
第2章 茱莉亚集程序



第2章 曼德布罗集程序



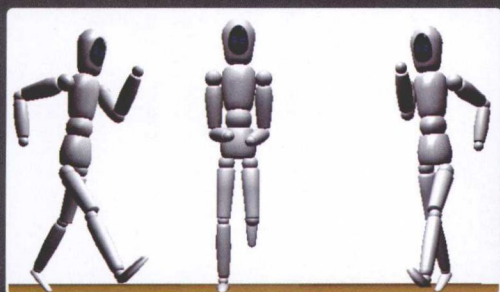
第1章 飘扬的旗帜



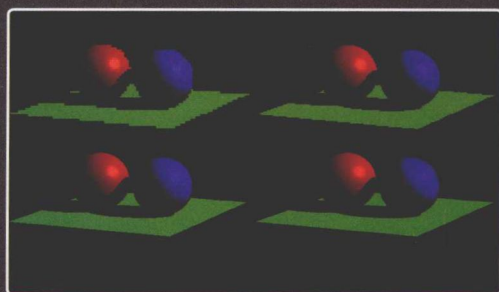
第6章 Bullet软体



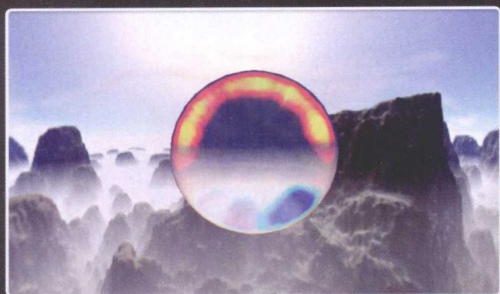
第7章 ms3d骨骼动画文件的加载



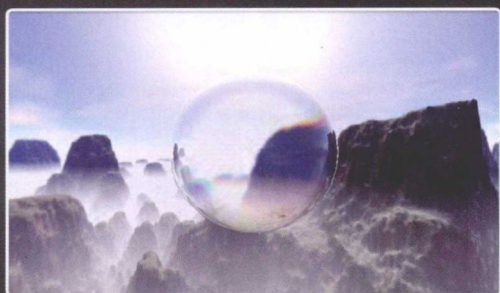
第7章 自己开发的骨骼动画



第4章 光线跟踪绘制



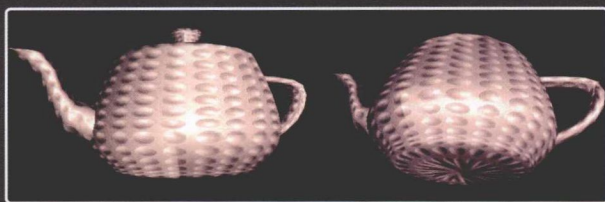
第3章 色散效果模拟



第3章 菲涅尔效果模拟



第1章 吹气特效



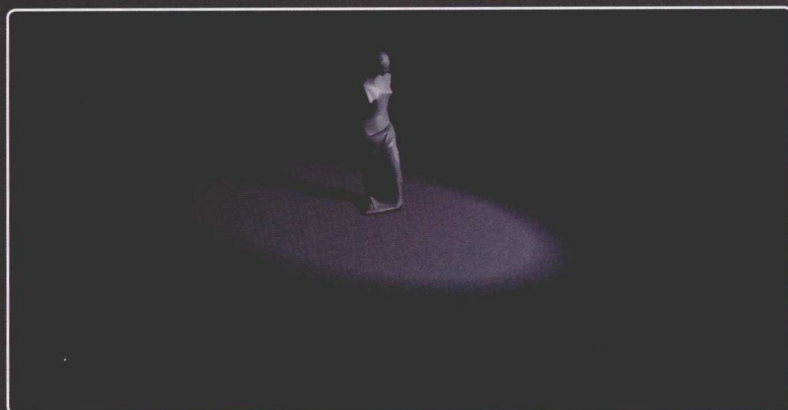
第3章 凹凸映射



第5章 弹簧质点模型旗帜



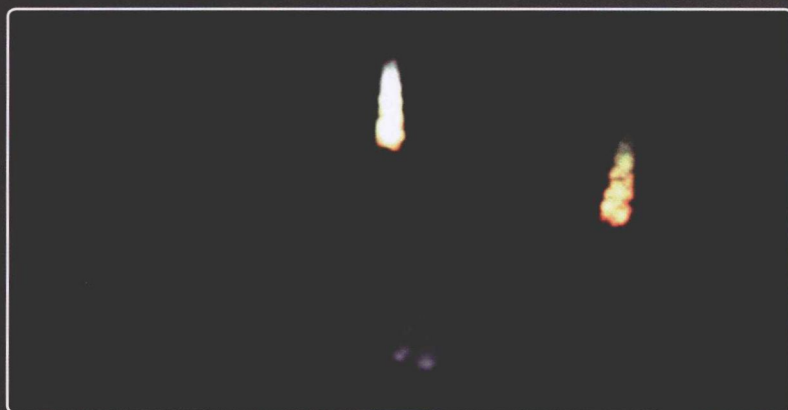
第4章 高真实感水面倒影



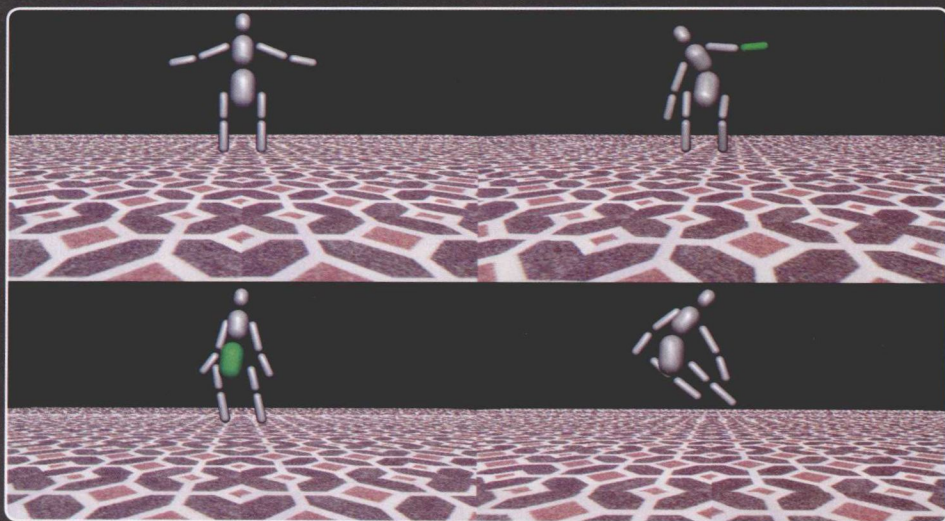
第4章 聚光灯高级光源



第4章 阴影贴图



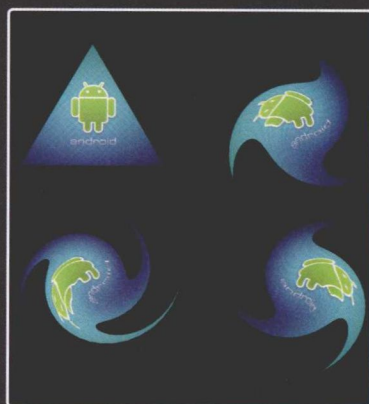
第2章 粒子系统火焰



第6章 六自由度关节



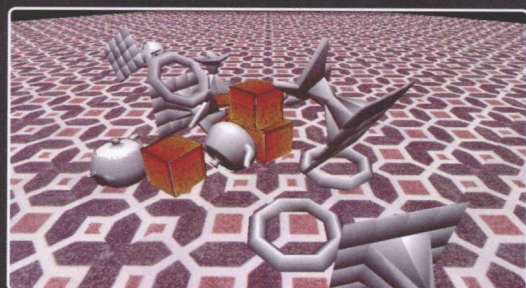
第11章 菜单界面



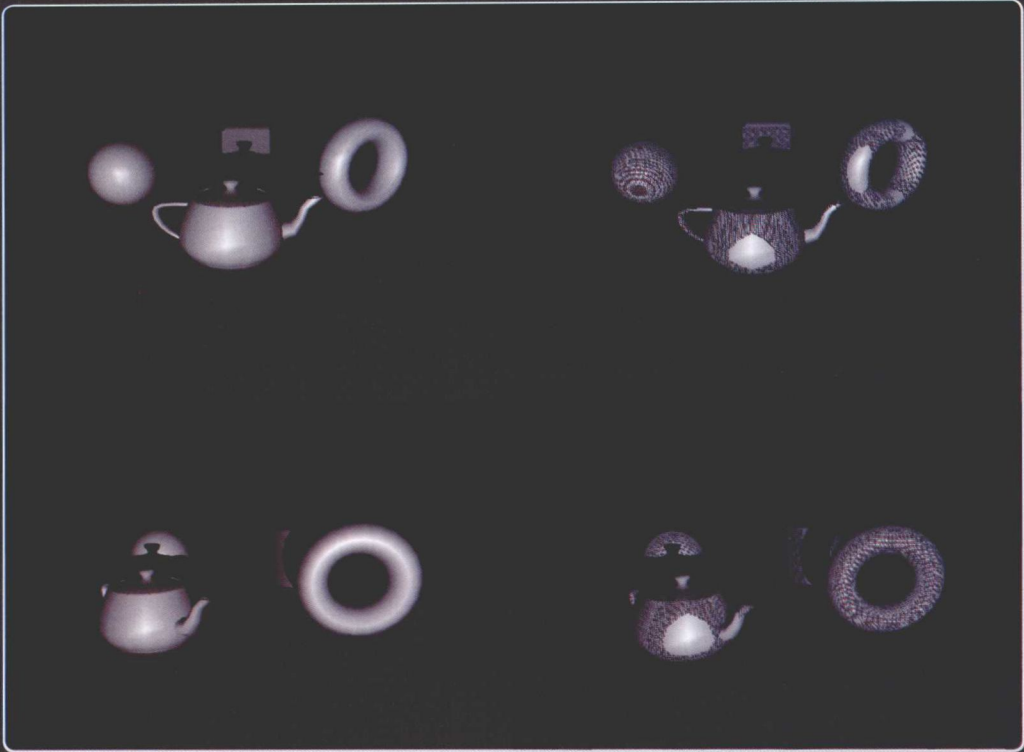
第1章 扭动的三角形



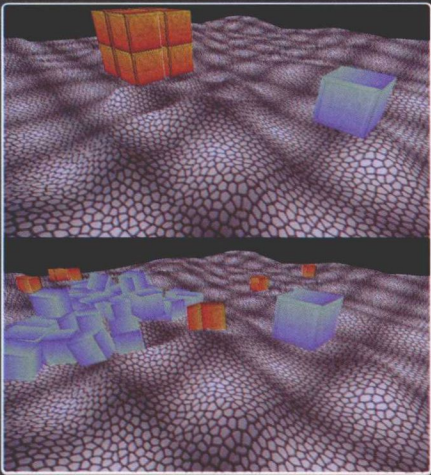
第11章 游戏界面



第6章 任意物体之间的碰撞



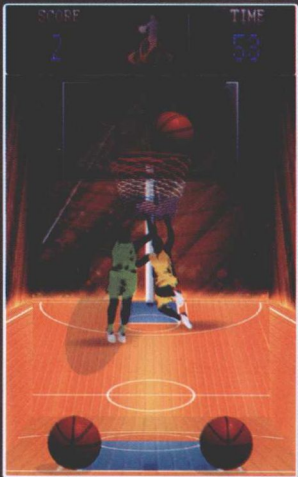
第4章 阴影映射



第6章 凹凸地形碰撞



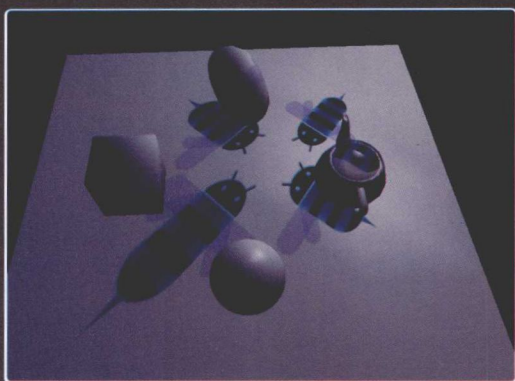
第10章 火力篮球菜单



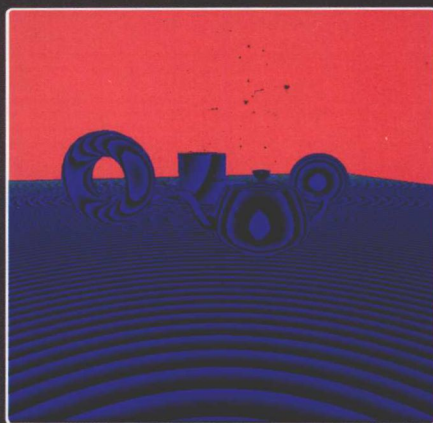
第10章 篮球与篮筐碰撞



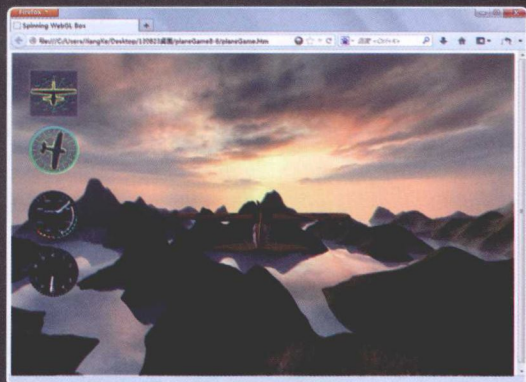
第3章 反射环境模拟



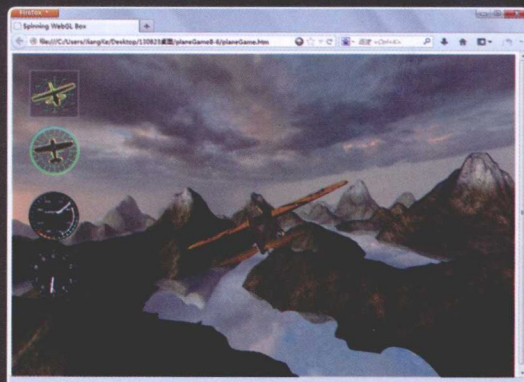
第4章 投影贴图



第4章 距离纹理



第12章 WebGL模拟飞行1



第12章 WebGL模拟飞行2

前言

为什么要写这样的一套书

随着智能手机移动嵌入式平台硬件性能不断提升,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这样一套书,本套书包括《OpenGL ES 2.0 游戏开发(上卷):基础技术和典型案例》和《OpenGL ES 2.0 游戏开发(下卷):高级特效和典型案例》。

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。而本套书主要介绍了 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,可以说是“海阔凭鱼跃,天高任鸟飞”。

本套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,本套书中关于 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 应用开发的朋友都可以参考此书。

经过一年多见缝插针式的奋战,本套书终于交稿了。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

本套书组织上本着“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,“每卷书的最后还给出了完整的大型 3D 游戏案例。其中第一卷最后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。

这样的内容组织使得懵懂的移动嵌入式 3D 应用开发菜鸟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

本套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，结构清晰明朗，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，本套书附带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地掌握开发技术。

内容导读

本书共分为 12 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 顶点着色器的妙用	主要介绍如何通过顶点着色器实现 OpenGL ES 1.x 不易实现的酷炫效果，包括飘扬的旗帜、扭动的软糖、展翅飞翔的雄鹰、吹气特效等
第 2 章 片元着色器的妙用	介绍如何通过片元着色器实现 OpenGL ES 1.x 不易实现的酷炫效果，包括程序纹理、数字图像处理技术、分形着色器、粒子系统火焰特效等
第 3 章 真实光学环境的模拟	介绍如何通过 OpenGL ES 2.0 模拟现实世界的一些光学效果，如反射、折射、凹凸映射、高真实感地形等
第 4 章 阴影及高级光照	介绍如果通过 OpenGL ES 2.0 模拟出现实世界的一些光影效果，如投影贴图、平面阴影、阴影映射、阴影贴图、聚光灯高级光源、高真实感水面倒影等
第 5 章 让游戏更真实——游戏开发中的物理学	介绍 3D 游戏开发中常用的一些物理学以及碰撞检测的相关知识，包括 AABB 包围盒、穿透效应、粒子系统以及弹簧质点模型等
第 6 章 游戏的心脏——物理引擎	介绍 3D 游戏开发中经常使用的 3D 物理引擎 jBullet、Bullet，包括 jBullet 中的一些基本概念、各种物体形状的碰撞以及 NDK 下 Bullet 物理引擎的使用
第 7 章 让游戏主角的动作更丰富——骨骼动画	介绍 3D 游戏开发中常用的骨骼动画技术，包括自己开发的骨骼动画以及 ms3d 骨骼动画文件的加载
第 8 章 必知必会的开发技术——游戏开发小贴士	主要介绍游戏开发中经常使用的一些人机交互技术，包括 3D 拾取、多点触控以及多键监听等
第 9 章 让应用运行更流畅——性能优化	主要讨论 3D 游戏开发中的一些性能优化问题，包括 GPU 着色器编程过程中需要注意的问题、CPU 宿主程序需要注意的问题等
第 10 章 综合案例——火力篮球	给出一个使用 jBullet 物理引擎的 3D 游戏案例——火力篮球，内容涉及 3D 场景的渲染、jBullet 物理引擎的使用、音效设置以及 3D 物体的拾取技术等
第 11 章 综合案例——3D 虚拟停车场	给出一个使用 jBullet 物理引擎的 3D 游戏案例——虚拟停车场，内容涉及真实场景的渲染、jBullet 物理引擎的使用（主要是交通工具部分）、音效设置等
第 12 章 综合案例——WebGL 模拟飞行	给出一个使用 WebGL 开发的 3D 游戏案例——WebGL 模拟飞行，内容涉及了 3D 模型的加载，地图的创建，山地碰撞检测等多种技术

本套书内容丰富，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阅读使用。

- 初学 OpenGL ES 2.0 3D 应用开发的读者

本套书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，有十多年的 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。近十年来为数十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 顶点着色器的妙用1

- 1.1 飘扬的旗帜1
 - 1.1.1 基本原理1
 - 1.1.2 开发步骤2
- 1.2 扭动的软糖4
 - 1.2.1 基本原理4
 - 1.2.2 开发步骤5
- 1.3 风吹椰林场景的开发6
 - 1.3.1 椰子树随风摇摆的
基本原理6
 - 1.3.2 开发步骤7
- 1.4 展翅飞翔的雄鹰10
 - 1.4.1 基本原理10
 - 1.4.2 开发步骤11
- 1.5 二维扭曲13
 - 1.5.1 基本原理13
 - 1.5.2 开发步骤14
- 1.6 吹气膨胀特效16
 - 1.6.1 特效基本原理16
 - 1.6.2 特效开发步骤17
- 1.7 OpenGL ES 1.x 与 OpenGL ES 2.0
实现方案的对比18
- 1.8 本章小结19

第 2 章 片元着色器的妙用20

- 2.1 程序纹理技术20
 - 2.1.1 砖块着色器20
 - 2.1.2 沙滩球着色器22
- 2.2 数字图像处理23
 - 2.2.1 卷积的基本知识23
 - 2.2.2 平滑过滤24
 - 2.2.3 边缘检测25
 - 2.2.4 锐化处理26
 - 2.2.5 浮雕效果26
 - 2.2.6 图像渐变28

2.3 分形着色器 28

- 2.3.1 曼德布罗集简介 29
- 2.3.2 曼德布罗集着色器
的实现 29
- 2.3.3 将曼德布罗集纹理
应用到实际物体上 31
- 2.3.4 茱莉亚集着色器的实现 32
- 2.4 体积雾 33
 - 2.4.1 基本原理 33
 - 2.4.2 体积雾开发步骤 34
- 2.5 粒子系统火焰的开发 36
 - 2.5.1 火焰的基本原理 36
 - 2.5.2 火焰的开发步骤 38
- 2.6 本章小结 44

第 3 章 真实光学环境的模拟 45

- 3.1 反射环境模拟 45
 - 3.1.1 案例效果与基本原理 45
 - 3.1.2 反射环境开发步骤 46
- 3.2 折射环境模拟 48
 - 3.2.1 案例效果与基本原理 48
 - 3.2.2 开发步骤 49
- 3.3 色散效果的模拟 50
 - 3.3.1 案例效果与基本原理 51
 - 3.3.2 开发步骤 51
- 3.4 菲涅尔效果的模拟 52
 - 3.4.1 案例效果与基本原理 52
 - 3.4.2 菲涅尔效果开发步骤 53
- 3.5 凹凸映射 54
 - 3.5.1 案例效果与基本原理 54
 - 3.5.2 法向量纹理图的生成 55
 - 3.5.3 案例的开发 58
- 3.6 真实感很强的地形 61
 - 3.6.1 真实感地形的基本原理 62
 - 3.6.2 真实感地形的开发步骤 62
- 3.7 本章小结 65

第4章 阴影及高级光照	66	5.1.5 旋转后的 AABB 包围盒	113
4.1 投影贴图	66	5.1.6 AABB 包围盒的 使用要点	117
4.1.1 投影案例效果与 基本原理	66	5.1.7 OBB 包围盒	117
4.1.2 开发步骤	67	5.2 穿透效应	118
4.2 阴影的重要性	69	5.2.1 案例的运行效果与 基本原理	118
4.3 平面阴影	71	5.2.2 具体开发步骤	119
4.3.1 平面阴影案例效果与 基本原理	71	5.3 粒子系统	119
4.3.2 平面阴影开发步骤	72	5.3.1 案例运行效果与 基本原理	119
4.4 阴影映射	74	5.3.2 CPU 版案例的开发	120
4.4.1 阴影映射案例效果与 基本原理	75	5.3.3 GPU 版案例开发步骤	122
4.4.2 距离纹理图的生成	76	5.4 弹簧质点模型模拟旗帜	123
4.5.3 阴影场景的绘制	81	5.4.1 弹簧质点模型基本原理	123
4.5 阴影贴图	83	5.4.2 弹簧质点模型案例的 运行效果及开发步骤	124
4.5.1 阴影贴图案例效果与 基本原理	83	5.5 弹簧质点模型模拟球网	133
4.5.2 阴影贴图开发步骤	84	5.5.1 弹簧质点模型的 基本原理	133
4.6 聚光灯高级光源	85	5.5.2 弹簧质点模型的案例的 运行效果及开发步骤	133
4.6.1 聚光灯高级光源案例 效果与基本原理	85	5.6 本章小结	135
4.6.2 聚光灯高级光源 开发步骤	86		
4.7 光线跟踪	87	第6章 游戏的心脏——物理引擎	136
4.7.1 光线跟踪案例效果与 基本原理	88	6.1 物理引擎很重要	136
4.7.2 光线跟踪开发步骤	91	6.1.1 什么是物理引擎	136
4.8 真实感水面倒影	100	6.1.2 常见的物理引擎	136
4.8.1 水面倒影的基本原理	101	6.2 JBullet 物理引擎概览	139
4.8.2 水面倒影的开发步骤	102	6.2.1 基本的物理学概念	139
4.9 本章小结	107	6.2.2 JBullet 中常用类的介绍	140
第5章 让游戏更真实——游戏 开发中的物理学	108	6.3 箱子相互碰撞的案例	147
5.1 碰撞检测基本技术	108	6.3.1 案例运行效果及 准备工作	147
5.1.1 AABB 包围盒的 基本原理	108	6.3.2 案例的基本框架结构	148
5.1.2 AABB 包围盒的计算	109	6.3.3 常量类——Constant	149
5.1.3 AABB 包围盒的 碰撞检测	110	6.3.4 3D 场景渲染类 ——MySurfaceView	149
5.1.4 一个 AABB 包围 盒的案例	112	6.3.5 水平地面—— TexFloor 类	151
		6.3.6 箱子——TexCube 类	152
		6.4 复合碰撞形状的使用	153
		6.4.1 案例运行效果	153

6.4.2	立方体圆柱复合形状 ——CubeCylinder 类	154
6.5	凹凸地形的案例	155
6.5.1	案例运行效果	155
6.5.2	地形类——LandForm	156
6.6	任意形状物体的碰撞	157
6.6.1	案例运行效果	157
6.6.2	加载物体类——Loaded ObjectVertexNormal	157
6.6.3	加载物体刚体类 ——LoadRigidBody	158
6.7	铰链关节	159
6.7.1	铰链关节的基本知识	160
6.7.2	铰链关节案例的 运行效果	160
6.7.3	铰链关节旋转角 速度的计算	161
6.7.4	3D 界面渲染类 ——MySurfaceView	162
6.8	滑动关节	164
6.8.1	滑动关节的基本知识	164
6.8.2	案例效果图	165
6.8.3	3D 界面渲染类 ——MySurfaceView	165
6.9	六自由度关节	168
6.9.1	六自由度关节的 基本知识	168
6.9.2	六自由度关节案例的 运行效果	169
6.9.3	人偶类——Doll	170
6.9.4	拾取时采用的 点对点关节	171
6.10	交通工具	174
6.10.1	交通工具开发要点	174
6.10.2	交通工具案例的 运行效果	176
6.10.3	3D 场景渲染类 ——MySurfaceView	176
6.10.4	汽车类——Car	178
6.10.5	汽车绘制类 ——VehicleDraw	182
6.11	Bullet 物理引擎概览	183
6.11.1	Bullet 物理引擎 案例的运行效果	184

6.11.2	3D 场景渲染类 ——GL2JNIView	184
6.11.3	本地方法声明及动态库 加载类——JNIPort	186
6.11.4	初始化及渲染函数文件 ——main.cpp	187
6.11.5	水平地面类—— TexPlane	189
6.11.6	箱子类—— TexCube	192
6.12	Bullet 软体	193
6.12.1	Bullet 软件案例 运行效果	193
6.12.2	初始化及渲染函数 文件——main.cpp	194
6.12.3	软体类——SoftCloth	195
6.13	本章小结	197

第 7 章 让游戏主角的动作更丰富——

骨骼动画

7.1	自己开发骨骼动画	198
7.1.1	骨骼动画的基本原理	198
7.1.2	骨骼动画开发步骤	201
7.1.3	机器人模型在地面上 运动时的问题	206
7.2	ms3d 文件的加载	210
7.2.1	ms3d 文件的格式	210
7.2.2	案例的开发	213
7.3	本章小结	227

第 8 章 必知必会的开发技术——游戏

开发小贴士

8.1	3D 拾取技术	228
8.1.1	3D 拾取案例效果与 基本原理	228
8.1.2	开发步骤	230
8.2	多点触控	234
8.2.1	多点触控案例效果与 基本原理	234
8.2.2	开发步骤	235
8.3	多键监听	237
8.3.1	案例效果与基本原理	238
8.3.2	开发步骤	238
8.4	本章小结	240