Unity Shader 入门精要

冯乐乐 著

中国工信出版集团
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Unity Shader 入门精要

冯乐乐 著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目（CIP）数据

Unity Shader入门精要 / 冯乐乐著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2016.6
ISBN 978-7-115-42305-4

Ⅰ. ①U… Ⅱ. ①冯… Ⅲ. ①游戏程序－程序设计
Ⅳ. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第103539号

内 容 提 要

本书不仅要教会读者如何使用 Unity Shader，更重要的是要帮助读者学习 Unity 中的一些渲染机制以及如何使用 Unity Shader 实现各种自定义的渲染效果，希望这本书可以为读者打开一扇新的大门，让读者离制作心目中优秀游戏的心愿更近一步。

本书的主要内容为：第 1 章讲解了学习 Unity Shader 应该从哪里着手；第 2 章讲解了现代 GPU 是如何实现整个渲染流水线的，这对理解 Shader 的工作原理有着非常重要的作用；第 3 章讲解 Unity Shader 的实现原理和基本语法；第 4 章学习 Shader 所需的数学知识，帮助读者克服学习 Unity Shader 时遇到的数学障碍；第 5 章通过实现一个简单的顶点/片元着色器案例，讲解常用的辅助技巧等；第 6 章学习如何在 Shader 中实现基本的光照模型；第 7 章讲述了如何在 Unity Shader 中使用法线纹理、遮罩纹理等基础纹理；第 8 章学习如何实现透明度测试和透明度混合等透明效果；第 9 章讲解复杂的光照实现；第 10 章讲解在 Unity Shader 中使用立方体纹理、渲染纹理和程序纹理等高级纹理；第 11 章学习用 Shader 实现纹理动画、顶点动画等动态效果；第 12 章讲解了屏幕后处理效果的屏幕特效；第 13 章使用深度纹理和法线纹理实现更多屏幕特效；第 14 章讲解非真实感渲染的算法，如卡通渲染、素描风格的渲染等；第 15 章讲解噪声在游戏渲染中的应用；第 16 章介绍了常见的优化技巧；第 17 章介绍用表面着色器实现渲染；第 18 章讲解基于物理渲染的技术；第 19 章讲解在升级 Unity 5 时可能出现的问题，并给出解决方法；第 20 章介绍许多非常有价值的学习资料，以帮助读者进行更深入的学习。

本书适合 Unity 初学者、游戏开发者、程序员，也可以作为大专院校相关专业师生的学习用书，以及培训学校的培训教材。

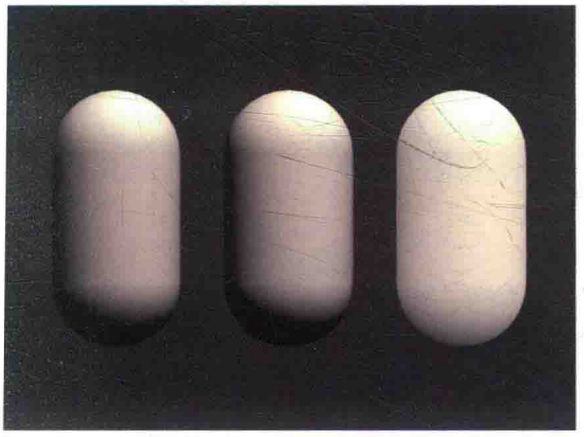
◆ 著　　冯乐乐
责任编辑　张　涛
责任印制　焦志炜

◆ 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：24　　彩插：2
字数：719 千字　　2016 年 6 月第 1 版
印数：1－2 500 册　　2016 年 6 月河北第 1 次印刷

定价：69.00 元

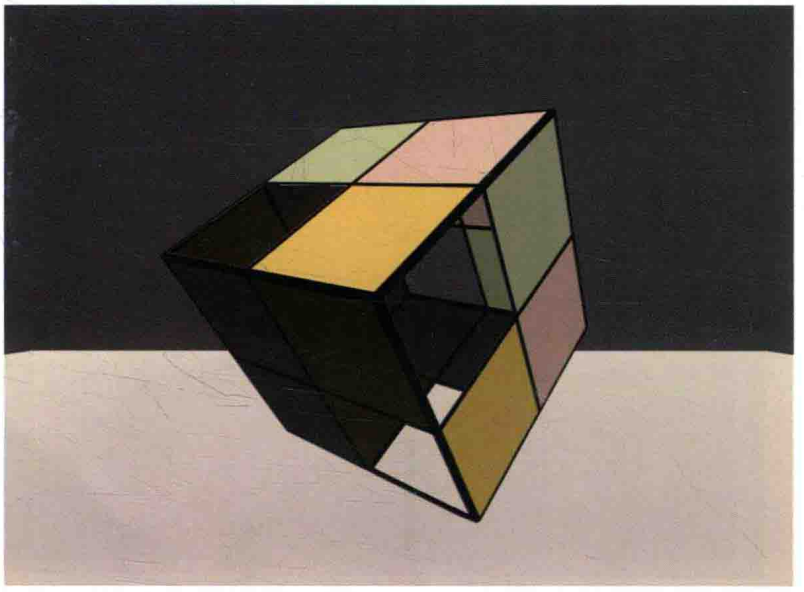
读者服务热线：(010)81055410　印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315



▲6.4 节：逐顶点漫反射光照、逐像素漫反射光照和半兰伯特光照

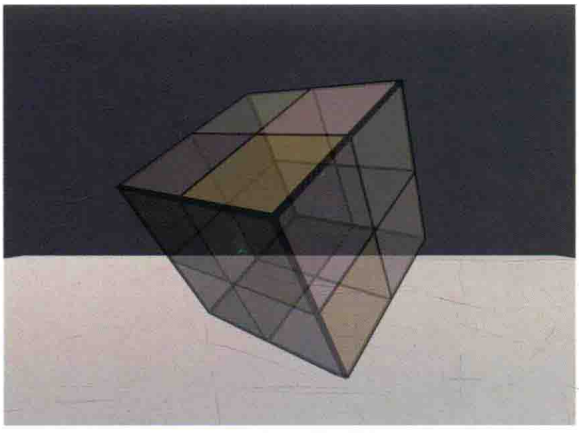
▲7.2 节：使用法线纹理

▲7.3 节：使用渐变纹理来控制漫反射光照

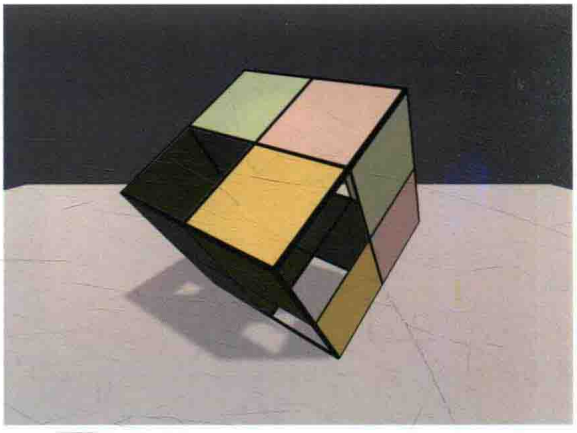


▲8.7.1 节：透明度测试的双面渲染效果

案例效果图

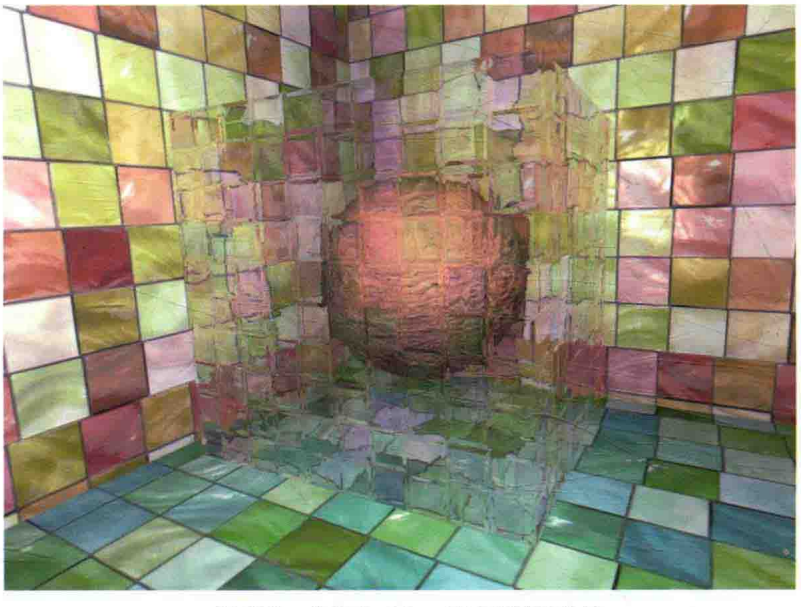


▲8.7.2 节：透明度混合的双面渲染效果

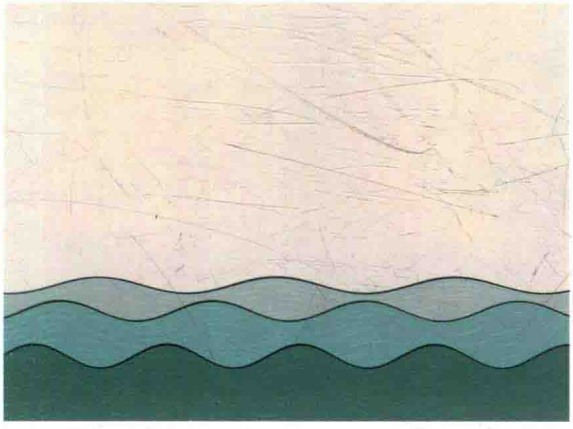


▲9.4 节：透明度测试的正确阴影效果

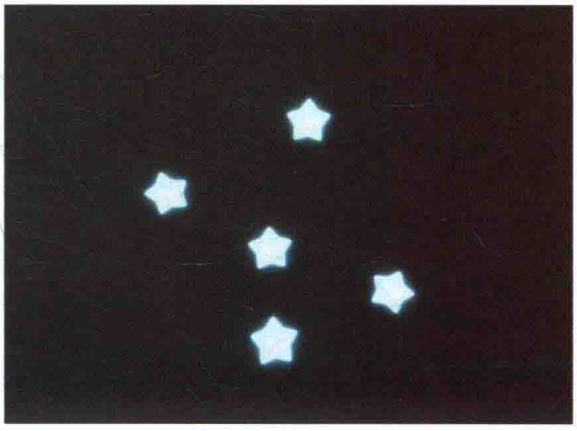
▲10.2.1 节：使用渲染纹理来实现镜子效果



▲10.2 节：使用 GrabPass 来实现玻璃效果

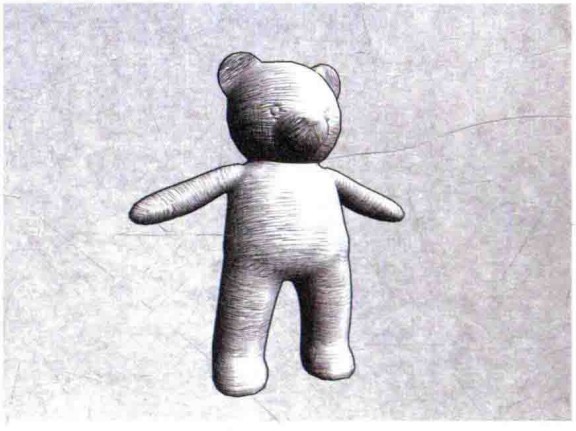


▲11.3.1 节：使用顶点动画来模拟 2D 河流

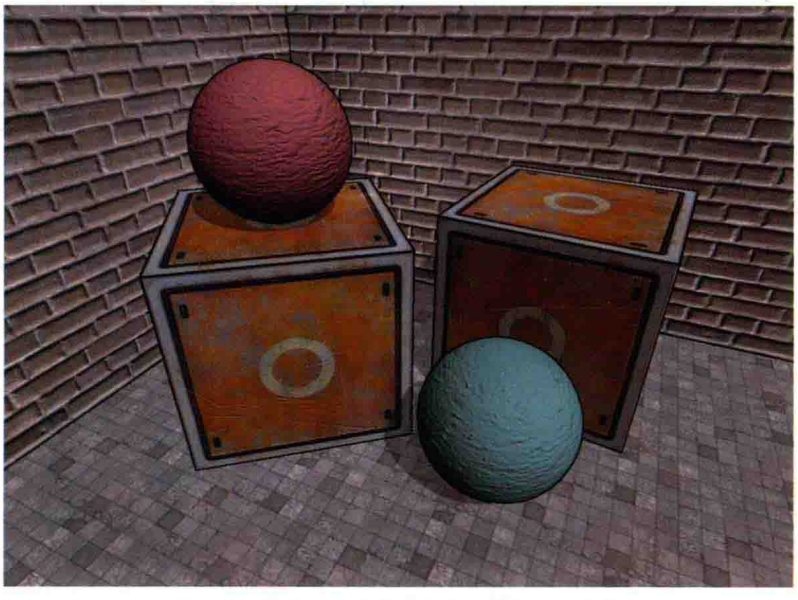


▲11.3.2 节：广告牌效果

▲12.3 节：使用边缘检测来实现基本的描边效果



▲14.2 节：素描风格的渲染

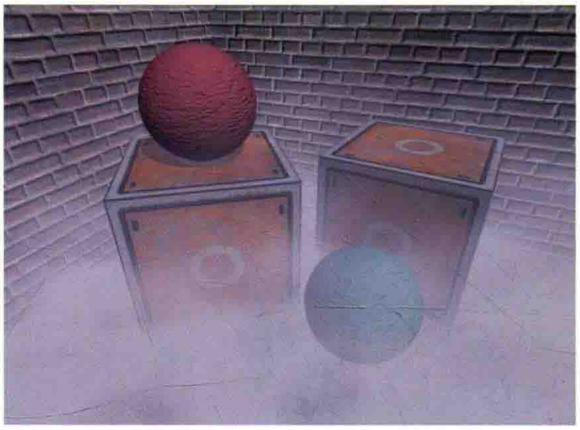


▲13.4 节：使用深度 + 法线纹理来实现更加高级的描边效果

案例效果图

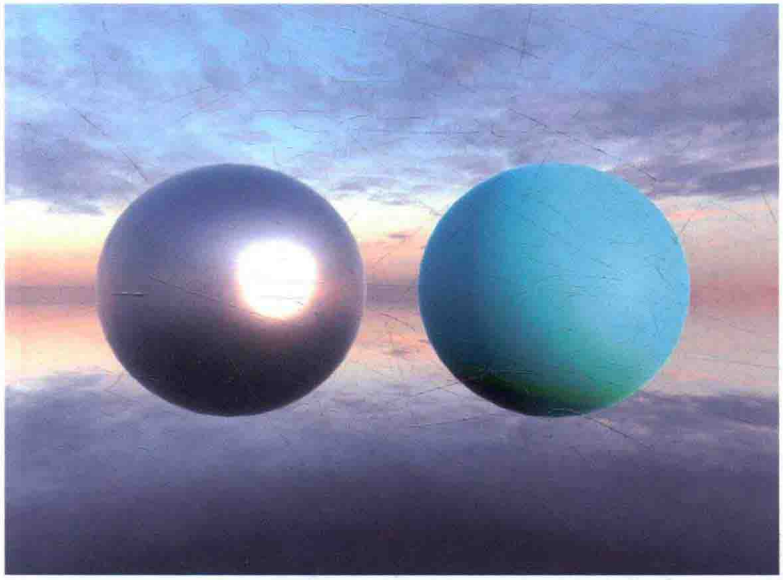
▲15.1 节：使用噪声纹理来实现消融效果

▲15.2 节：使用噪声纹理来实现水波效果



▲15.3 节：使用噪声纹理来实现非均匀雾效

▲17.1 节：表面着色器



▲18.2 节：基于物理的渲染

前　言

2004 年，有 3 位年轻人在开发他们的第一款游戏失利后，决定在丹麦首都哥本哈根建立一家游戏引擎公司。最初，他们的想法是要让全世界的开发人员可以使用最少的资源来创建出他们喜欢的游戏。谁也不曾想到，十年以后，这个起初并不起眼的公司已经发展成为游戏引擎公司巨头，而他们的游戏引擎也成为世界上应用最广泛的游戏引擎。没错，这个公司就是 Unity Technologies，这 3 位年轻人分别是公司创始人 David Helgason（CEO）、Nicholas Francis（CCO）和 Joachim Ante（CTO）。而这 3 位创始人的初衷也得以实现，截止到 2014 年，全世界有超过 300 多万的开发者在使用游戏引擎 Unity 来开发游戏，更有 6 亿玩家在玩由 Unity 引擎制作的游戏。这股“Unity 热”一直持续到现在。

虽然 Unity 引擎上手快，操作界面简单快捷，但许多 Unity 开发者却发现，当他们需要在 Unity 中实现一些特殊的画面效果时，往往无从下手。这些画面效果的实现通常和渲染有关，更具体来说，我们通常需要在 Unity 中编写一些 Unity Shader 文件来实现它们。一方面，对渲染知识的缺乏和对 Shader 的不了解导致很多开发者在这条路上举步维艰；另一方面，对游戏画面的提升是越来越多游戏公司的诉求。然而，Unity 官方文档中不仅缺少对渲染原理讲解的内容，对 Unity Shader 本身的一些工作机制（概括来说，Unity Shader 是 Shader 上层的一个抽象）同样缺少相关资料。同时，市面上能适应初学者的 Unity Shader 书少之又少，基于这些原因，使得我想要编写这样一本书来帮助开发者渡过困境。

本书旨在从基础开始，帮助读者逐渐了解并掌握如何编写 Unity Shader。本书不仅仅是要教会读者“如何使用 Unity Shader”，更重要的是要帮助读者建立对渲染流程的基本认识，在此基础上，帮助读者学习 Unity 中的一些渲染机制以及如何使用 Unity Shader 实现各种自定义的渲染效果。我相信，让读者首先了解原理再进行实践，相比于大量堆砌代码是更好的学习方法。因此，本书在开始实践前，均会为读者讲解大量的原理，让读者在学习时不再一头雾水。

尽管本书专注于学习 Unity Shader，但根据我的学习经验来看，在不了解基础的渲染流程和基本的数学知识前，想要深入学习 Shader 的编写是非常困难的。实际上，Shader 仅是整个渲染流程的一个子部分，因此，任何脱离渲染流程的对 Shader 的讲解可能会让读者更加困惑。而向量运算、矩阵变换等数学知识在 Shader 的编写中无处不在，因此，这些数学知识往往也是让初学者对 Shader 望而却步的原因。基于上面的两点观察，本书的安排从易到难，由基础到深入。我们把全书分为了 5 篇，读者可以在第 1 章中看到这些章节的具体安排。

随着硬件的发展，Shader 的能力也越来越大。如果问你，一个 Shader 可以做什么？你可能会回答渲染游戏模型、模拟波动的海面、实现各种屏幕特效等。但如果告诉你，上面所示的 3 张图

片完全依靠一个片元着色器来渲染实现，没有借助任何外部模型和纹理，你可能会觉得非常不可思议！读者可以在 Shadertoy 网站上看到许多这样的例子。例如，上面的小雨伞、五彩的小方块，以及飘动的气球（由于本书是黑白印刷，一些效果无法显现）。一个简简单单的 Shader 可以做到什么程度的效果，我们已经不可预期。本书的重点不在于教读者如何单纯使用 Shader 来实现上面的效果，而在于如何让 Shader 和其他游戏开发元素（例如，模型、纹理、脚本等）相配合，实现游戏中常见的渲染效果，我们在此只想说明 Shader 可能远比你想象的要强大得多。我们真诚地希望本书可以带领读者走进 Shader 的世界，让读者理解 Shader、掌握 Shader，和我们一起享受这样一个奇妙的游戏开发世界！

读这本书之前你需要哪些知识

本书面向 Unity Shader 初学者和程序员，尽量在本书的基础篇中介绍那些必要的基础知识，但仍然希望读者可以具备如下知识。

- 有一定（或少量）的编程经验。尽管 Unity Shader 的编写语言不同于 C++、C#这种高级语言，但相比于完全没有编程经验的读者来说，学习过这些高级语言的读者更加容易理解 Shader 的代码。例如，什么是变量、什么是函数等。对于那些缺少编程经验但仍对 Shader 有浓厚兴趣的读者，一个好消息是，在 Unity 的帮助下，编写 Unity Shader 的代码量并不多，因此，这些读者仍然可以阅读本书。
- 对 Unity 引擎的操作界面比较熟悉。假定读者曾使用过一段时间的 Unity，对其中的一些基本操作已经掌握。例如，如何创建场景、脚本和游戏对象等。
- 保持一定的耐心。我曾听到身边的一些朋友抱怨，为什么自己总是看不懂、学不会 Shader，难道是自己学习能力有问题吗？实际上，这些朋友大多对 Shader 的学习缺乏耐心，总是抱着今天看一下明天就会的心情。但不幸的是，与 C++、C#高级语言相比来说，就算我们成功编写了 Shader 版的“Hello world”，但对于为什么要这么写、它们是怎么执行的等一系列基础问题我们仍然并不理解。这正是我之前提到的，要想彻底理解 Shader，就必须了解整个渲染流水线的工作方式。因此，保持耐心，打好基础，是每一个想要深入学习 Shader 的开发者的必经之路。
- 有一定的数学基础，包括了解基本的代数运算（如结合律、交换律等）、三角运算（如正弦、余弦计算等）。除此之外，如果读者具有大学水平的线性代数、微积分等数学知识，会发现阅读本书时会更加容易。为了帮助读者学习 Shader 中常见的数学运算，我们专门在本书的第 4 章为读者介绍向量、矩阵、空间变换等重要的数学内容。

如果你满足上面几点小小的条件，那么恭喜你，现在你可以安心地继续阅读本书了！

谁适合读这本书

任何想要了解渲染基础或想要自由地使用 Unity Shader 编写渲染效果的开发者均可阅读本书。这些开发者不仅限于进行游戏开发的程序员，也包括那些渴望更加自由地在 Unity 中实现各种画面效果的美工人员、在校学生和爱好者等。

为什么你需要这本书

与国内市场已有的介绍相关内容的书籍和资料相比来说，本书有一些独有的特色。

- 内容独特。本书填补了 Unity Shader 和渲染流水线之间的知识鸿沟，帮助读者打下良好的底层基础。同时，我们也会对 Unity 中一些渲染机制的工作原理进行详细剖析，帮助读者解决“是什么”“为什么”“怎么做”这 3 个基本问题。除此之外，本书配合大量实例，让读者在实践中逐

渐掌握 Unity Shader 的编写。

• 结构连贯。由于网络上关于 Unity Shader 的资料非常零散，许多初学者总是无法系统地进行学习。本书在内容编排上颇费心思，从基础到进阶再到深入的讲解，解决读者长期以来的学习烦恼。

• 充分面向初学者。在本书的编写过程中，我一直在问自己，这么写到底读者能不能看懂？这使得在本书开头的几个章节中，尤其是在基础篇和初级篇中的章节中，我们的学习步调放得很慢，这是因为我非常了解在学习 Shader 的过程中哪些内容比较难理解，哪些内容非常容易让人困惑，而这些内容正是挡在初学者面前的拦路虎！为此，提供了大量的图示并配合文字说明，且在一些章节最后提供了“答疑解惑”小节来解释那些含糊不清而初学者又经常疑问的问题。考虑到数学往往是让初学者望而却步的重要因素，我们在第 4 章数学一章中特意安排了“农场游戏”这一背景案例，以这样一个虚拟的场景来帮助读者理解数学在渲染中是如何发挥作用的。

• 包含了 Unity 5 在渲染方面的新内容。例如，本书多次介绍 Unity 5 中的新工具帧调试器（Frame Debugger），并借助该工具的帮助来理解 Unity 中的渲染过程；第 18 章中介绍了 Unity 5 的基于物理的渲染（PBR），我们较为详细地剖析了 PBR 的实现原理，并介绍了如何在 Unity 5 中使用它们来实现一些更加真实的渲染效果。需要注意的是，在本书编写时使用的版本为当时的最新版本 Unity 5.2.1（免费版），但本书出版时 Unity 可能会发布更新的版本，这可能会造成一些操作界面与本书内容有所冲突。例如，在 Unity 5.3 中，帧调试器的界面更加丰富，包含了材质属性等显示信息，但这并不影响阅读，我们在本书的勘误网址上会更新（https://github.com/candycat1992/Unity_Shaders_Book）。

• 补充了大量延伸阅读资料。渲染领域的博大精深绝不是一本书可以涵盖的，因此，在本书一些章节的最后，提供了“扩展阅读”小节，让那些希望更加深入学习的读者可以在提供的资料中找到更多的学习内容。

总而言之，我希望你可以从这本书中学到许多有价值的内容，并能够享受这个过程。相信我，这些内容很有趣。

本书源代码

读者可以在开源网站 github（https://github.com/ candycat1992/Unity_Shaders_Book）上下载本书的源代码。在编写本书时，我们使用的是当时 Unity 的最新版 Unity 5.2.1（免费版），并在 Mac 10.9.5 平台和 Windows 8 平台下验证了代码的正确性。本书源代码的组织方式大多按资源类型和章节进行划分，主要包含了以下关键文件夹。

文 件 夹	说 明
Assets/Scenes	包含了各章对应的场景，每个章节对应一个子文件夹，例如第 7 章所有场景所在的子文件夹为 Assets/Scenes/Chapter7。每个场景的命名方式为 Scene_章号_小节号_次小节号，例如 7.2.3 节对应的场景名为 Scene_7_2_3。如果同一个小节包含了多个场景，那么会使用英文字母作为后缀依次表示，例如 7.1.2 节包含了两个场景 Scene_7_1_2_a 和 Scene_7_1_2_b
Assets/Shaders	包含了各章实现的 Unity Shader 文件，每个章节对应一个子文件夹，例如第 7 章实现的所有 Unity Shader 所在的子文件夹为 Assets/Shaders/Chapter7。每个 Unity Shader 的命名方式为 ChapterX-功能，例如第 7 章使用渐变纹理的 Unity Shader 名为 Chapter7-RampTexture
Assets/Materials	包含了各章对应的材质，每个章节对应一个子文件夹，例如第 7 章所有材质所在的子文件夹为 Assets/ Scenes/Chapter7。每个材质的命名方式与它使用的 Unity Shader 名称相匹配，并以 Mat 作为后缀，例如使用名为 Chapter7-RampTexture 的 Unity Shader 的材质名称是 RampTextureMat
Assets/Scripts	包含了各章对应的 C#脚本，每个章节对应一个子文件夹，例如第 5 章所有脚本所在的子文件夹为 Assets/Scripts/Chapter5
Assets/Textures	包含了各章使用的纹理贴图，每个章节对应一个子文件夹，例如第 7 章使用的所有纹理所在的子文件夹为 Assets/Textures/Chapter7

除了上述文件夹外，源代码中还包含了一些辅助文件夹。例如，Assets/Editor 文件夹中包含了一些需要在编辑器状态下运行的脚本，Assets/Prefabs 文件夹下包含了各章使用的预设模型和其他常用预设模型等。

读者反馈

尽管我们在本书的编写过程中多次检查内容的正确性，但书中难免仍然会出现一些错误，欢迎读者批评指正。读者可以将问题反映到本书源代码所在的 github 讨论页（https://github.com/candycat1992/Unity_Shaders_Book/issues），此网址也是本书源代码下载地址，该地址中也包括本书示例彩色图文档。也可以发邮件（lelefeng1992@gmail.com）联系作者，本书答疑 QQ 群为 438103099。

编辑联系邮箱为 zhangtao@ptpress.com.cn。

致谢

首先，我要感谢《Unity 3D ShaderLab 开发实战详解》一书的作者郭浩瑜老师，是他向出版社的推荐才导致了本书的编写和出版，并给了我许多在书籍编写过程中的建议和帮助。

感谢卢鹏先生，在本书编写过程中，我们进行了很多关于优化、效果实现等方面的讨论，这些讨论让本书的内容更加丰富。卢先生的乐于分享和好学的精神让我十分敬佩。

我也要感谢我的家人，我的父母和姐姐，是你们在背后的默默支持让我走到了今天，永远爱你们。还要感谢我的男朋友之之，在我遇到瓶颈时，永远是你的鼓励和支持让我走出困境。也是你的帮助，让本书现在的封面得以呈现在读者面前。

除此之外，从开始编写本书到完成之时，很多网友给了我莫大的鼓励和可贵的建议，我从未想到有这么多素未谋面的朋友在关注着本书的进展，感谢你们，是你们让我更加有动力写完本书。

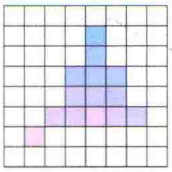
感谢宣雨松和罗盛誉老师在百忙之中为本书写推荐序，谢谢你们的鼓励和支持。

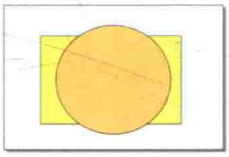
最后，我要感谢人民邮电出版社的编辑张涛，是您的热情鼓励让我对本书的未来满怀希望。谢谢您对本书在内容编排、封面设计等方面的意见和建议，让这本书变得更好。感谢对本书进行修改和排版的出版社工作人员，是你们让这本书更完美地呈现在读者面前。

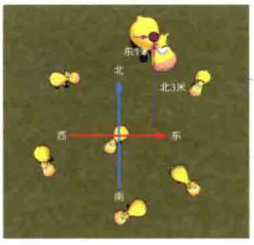
作者

目　录

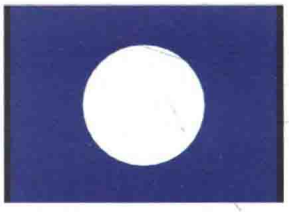
第 1 篇　基础篇

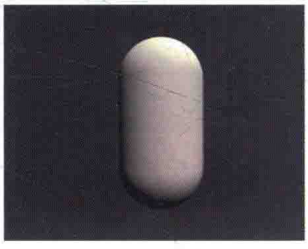


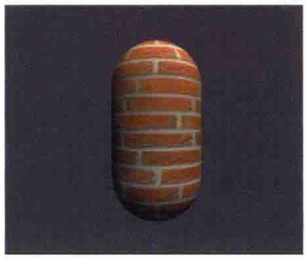


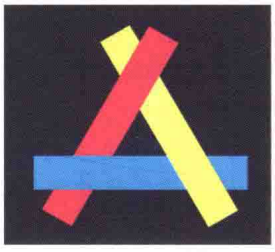


第 2 篇 初级篇

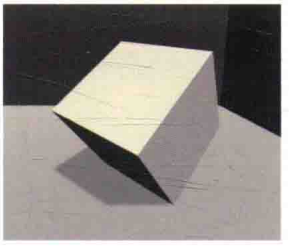




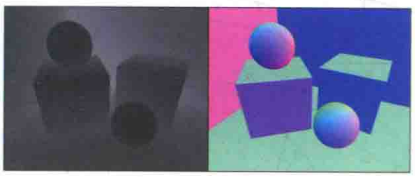


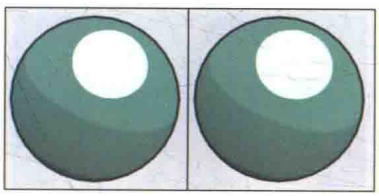


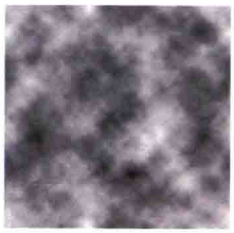
第 3 篇 中级篇



第 4 篇 高级篇







第 5 篇 扩展篇