



GPU 精粹

—— 实时图形编程的
技术、技巧和技艺

```

68 ; Tex
Draw : Tex
92 ; Tex
ized
22 ; Tex
2D renderAffl
2D rendered
2D grain
2D heat
2D blur,
FinalColor)
Distortion of tex
rt = tex2D(heat, v2f.tex
float4(47, 23, 0, 1)
render using heat distortion
tex2D(renderedscene, v2f.tex1024x1024)
HeatDistort.xy);
tion of the scene
tex2D(blur, v2f.tex256x256)
smoke
tex2D(renderedflames, v2f.tex512x384)
from blurred scene
Scene * BlurredScene.a + Scene;
Distort)

```

GPU Gems

Programming Techniques, Tips, and
Tricks for Real-Time Graphics

[美] Randima Fernando 编
姚勇 王小琴 译
龚敏敏 黄东海 审校

GPU 精粹

——实时图形编程的技术、技巧和技艺

[美] Randima Fernando 编

姚 勇 王小琴 译

龚敏敏 黄东海 审校

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

GPU 精粹: 实时图形编程的技术、技巧和技艺 / (美) 费尔南多 (Fernando, R.) 编; 姚勇, 王小琴译. —北京: 人民邮电出版社, 2006.1

ISBN 7-115-14176-2

I. G... II. ①费...②姚...③王... III. 图像处理—硬件 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 137268 号

版 权 声 明

Simplified Chinese edition Copyright © 2005 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS.

GPU Gems (ISBN:0321228324)

By Randima Fernando

Copyright © 2004

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

This edition is authorized for sale only in People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

GPU 精粹

——实时图形编程的技术、技巧和技艺

-
- ◆ 编 [美] Randima Fernando
 - 译 姚 勇 王小琴
 - 审 校 龚敏敏 黄东海
 - 责任编辑 李 岚
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 33 5
字数: 800 千字
印数: 1—3 500 册

著作权合同登记号 图字: 01-2004-4419 号

ISBN 7-115-14176-2/TP • 5076

定价: 78.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132705 印装质量热线: (010)67129223

序

目前，计算机图形学正处于前所未有的发展时期。近 5 年来，GPU 技术以令人惊异的速度在发展。渲染速率（以每秒钟所渲染的像素计）每 6 个月就翻一番。成倍地增长已让人兴奋，而翻番再翻番的奇迹就更令人激动了。性能 5 年来翻番了 10 次，也就是（2 的 10 次方比 2）提高了上千倍！

与此同时，不仅操作性能得到了提高，计算质量和图形编程的灵活性也逐渐得以改善。5 年前，PC 和计算机工作站只有图形加速器，没有图形处理器（GPU），而图形加速器只能简单地加速图形渲染。此外，加速器这个名词还意味着计算机执行与以前完全相同的渲染操作，只不过更快速而已。一旦 GPU 取代了图形加速器，我们就应该摒弃图形加速器的旧观念。让我们欢迎图形处理器的到来，同时也迎接它能够产生新图形运算和效果的崭新理念！

如今我们已经进入可编程的 GPU 时代。图形硬件流水线在前 20 年没有显著的变化，现在固有的组成和元件被打破，再造为可编程的、平行传递信息的处理器。在硬件流水线中，三角形顶点被转换和照明，三角形被光栅化，而像素的着色用到漫反射照明、镜面高光求幂、雾混合以及帧缓冲区混合等技术。在可编程的流水线中，每个操作都要进行组分内存访问和数学运算。虽然程序员也可以写这种程序，像硬件流水线一样进行同样的运算（实际上，这样的程序常常首先是学生程序员为可编程的处理器所写），但是现在的情况就比那样要棒多了。

第一个效果是快，可编程的 GPU 是很灵敏的。以前困难的图形问题在性能提高 1000 倍的设备上变得轻而易举。离线渲染技术的交互式应用也变得更为现实。在历史上，平滑（brute force）就是一种常用的运算方式；简单地投射图形使其在 GPU 上能够运行，是粗糙的平滑应用，这样虽然可以工作，但是明显地留下了改善的机会。此外，算法的发展更为有趣。图形程序员现在可以用新的算法和技术做实验，这在像 CPU 那样缓慢的单线串行处理器上是不可能的。GPU 的并行流处理性质加之灵活性和可编程性，允许开发新的算法并且将其投入实验。不仅是图形问题，任何计算所要求的问题，凡是可以利用大规模并行处理性、更大的存储器空间以及几何性能增长的问题，都可以在 GPU 的执行中得到很好的实验。作为一个研究课题，我们正在摸索什么问题可能从 GPU 中获得最大益处。

可编程 GPU 革命的真正受益人是计算机图形算法的设计者、研究者和应用者，而最终是终端使用者或用户：游戏玩家和电影观众等。因为 GPU 的编程设计领域年轻而充满活力，许多开发者正在一次又一次地重复创建相同的技术，所以《GPU 精粹》是一本及时的书。这本书包含的简单应用

是众所周知的技术对权威 GPU 结构的实践，也包含了一些创新的算法和先前不可能达到的效果。

现在是 GPU 程序规划开发的历史关头，许多问题尚待解决，并且将要面临更多挑战。因此，《GPU 精粹》的第一卷仅是方法的简述和一些迄今为止成功实现的例子，远非一个可以插入应用程序的完整特效的使用说明书。这本书能使今天的程序员从以前令人振奋的进步中受益，也将使明天的开发者攀上 GPU 先驱者巨人的肩头。今后的改革创新大任将要由他们来承担！

David Kirk

NVIDIA 公司首席科学家

前 言

本书收集了有关实时计算机图形的内容广泛、实践性强的文章，汇集了工业界和学术界专家们的知识和经验。《GPU 精粹》是一本短文集，它以相同的风格汇集了精粹作品。对于那些欲披挂上阵、为 GPU 摩拳擦掌的今日开发者来说，这本书具有独特而宝贵的意义。

首先也是最重要的，就是这本书直接把重心集中在实时可编程的图形上，即与 GPU 相关的技术上。每章都经过精心挑选，介绍了对交互式应用（例如电脑游戏）直接有用的思路和技术。各章都提供了作者的领悟和理解，而不是仅仅集中在低水平的 API 调用，或专门的数学技巧上。其次，每章都用了很多彩色图表和图像，来举例说明主要概念。最后，撰稿人的经验和多样性将有助于开拓读者的思路；而来自这个领域的专家们的忠告，更能坚定读者的信心。

NVIDIA 公司最宝贵的资产是人才，这个集体的专业知识的深度和质量，使我们萌发了编撰《GPU 精粹》的想法。我们感到，既然有这么多知识和专业技术在手，团队思想和洞察力已经促进了实时图形的极大的新进展，也必定会产生一本了不起的指导性著作。

与这样一些人共同工作已经是一种荣幸，他们是游戏制造业、工具开发业、电影工作室和学术机构的领军人物，他们正在形成实时计算机图形学的未来。在这里我们要强调的是他们对《GPU 精粹》的贡献。通过广泛公开号召参加本书编写工作的倡议，我们将大量的精英和清新的远见聚积在一起。

无论是正在创建新的效果，构筑图形引擎，还是正为操作性能挤出最后一个 bit，我们都希望本书能为你提供有价值的指导，使人们能从作者所面对的挑战中得到教益。我们全体工作于《GPU 精粹》的同仁，希望这本书能够帮助人们开拓新的思路，激励人们投身于开发图形学的新阶段。

我们期待的读者

这本书给读者提供了有用的信息，使他们在项目开发中能够获得帮助。《GPU 精粹》超越了高级着色法的基本原理，旨在破除复杂效果和高级 GPU 程序的神秘，使现有的项目向前发展。随着实时着色语言的迅速进步，实时图形开发者可用的算法也比过去多得多。通过编辑和发布本书的信息，我们希望高质量、高性能的图形学被更广大的读者群所接受，包括游戏开发者、技术指导、教授和学生等。

代码样例

本书的许多章都含有代码样例，目的是更具体地说明有关内容。作者使用的是任何他们想用的着色法语言，但是最后代码样例显示为 DirectX 9 的高级着色语言 (HLSL) 或 Cg，在本项目中只是广泛使用这两个高级着色法语言。几乎这里介绍的每件事，都可以使用这两个语言中的一种，或以后出现的 OpenGL 着色语言。可以在随书的 CD 盘中找到代码样例及其绝妙的例子。这使得综合或实验各种不同的例子很容易。更新的代码样例和另外的补充材料，可以从书的网站上得到：[http:// developer.nvidia.com/GPUGem/](http://developer.nvidia.com/GPUGem/)。

致谢

没有许多人的努力，《GPU 精粹》这样大的项目是不可能完成的。首先，我要感谢撰稿人，没有他们这本书就不可能产生。与这些富有经验和能力的人们合作是我的荣幸。但是随之而来的挑战是他们每个人也特别忙。我感谢他们于百忙之中抽出时间从事这个项目，以及他们为了最佳结果所付出的努力。也感谢他们所在的单位允许他们参加这个项目。还要感谢那些响应我们倡议并且为此提供了有价值的建议的人们。

编委 Kevin Bjorke、Cem Cebenoyan、Sim Dietrich、Simon Green、Juan Guardado 和 John Spitzer 做出了极大贡献，他们多次和作者讨论，帮助审阅书稿，而且监督确保文章的进度。对于他们全体志愿协助这个项目我深表感谢。Chris Seitz 对于这个项目也是功不可没，他照顾法律事务、审稿，并且随时抽出时间与我讨论有关项目的问题。

每章都经过了广泛的审阅，包括资深的审稿人、编辑和外国审稿人的评述。撰稿人和编委们做了极好的工作，批评和帮助改善了书的内容。我尤其要感谢 Matt Pharr（他超越倡议的要求，花费周末时间帮助审阅一些章节，还另写了 3 章），感谢 Kevin Bjorke（他是编委，另外还撰写了几章）、Larry Gritz、Eric Haines 和 Matthias Wloka 担任严格的外部评委，而且提供了很多宝贵的、有洞察力的见解。我们对不知名的外部评委也表示感谢，他们很好地完成了所负责的任务。

Caroline Lie、Spender Yuen、Dana Chan 和 Melvin Chong 发挥了他们的专长，制作了书的封面、透明图样纸和图表。我特别要感谢 Spender 耐心地为本书制作了 100 多个图表（另加 200 多个屏幕截图）。Catherine Kilkenny、Debra Valentine 和 Teresa Saffaie 帮助改进和撰写文稿。David Kirk 为本书撰写了远见卓识的序。

Christopher Keane 做了复制和合成手稿的工作。也感谢 Jacquelyn Doucette、John Fuller、Bernard Gaffney、Curt Johnson 和 Heather Mullane，以及在 Addison-Wesley 工作的其他人从始至终对这个项目的帮助。特别是 Peter Gordon 给截止日期提供的奖励帮助我们按时出书。

从构建 GPU 到帮助开发者创建令人兴奋的新内容，正是由于 NVIDIA 经过无数的努力，才有了这本书所包含的对图形业有用的知识。因此，我要感谢 NVIDIA 中的每个人。没有他们的努力，就没有这本《GPU 精粹》。也要对 Mark Daly、Dan Vivoli 和 Jen-Hsun Huang 表示特别的感谢，是他们创建了团队和资源，才使得所有这一切可能发生。

最后，我想要特别感谢我的父母和姐妹，是他们给我以非凡的支持，使我得到这个特殊

的机会。

我相信，集众多才智之士的努力、创造力和关注而诞生的《GPU 精粹》，一定会为我们的读者很好地服务的。

Randima (Randy) Fernando
NVIDIA 公司

作者简介

Curtis Beeson, NVIDIA

Curtis Beeson 5年前从 SGI 转到 NVIDIA 演示小组，他的研究集中在美术流程、物体模型和 NVIDIA 演示引擎的 DirectX 渲染。进入 Carnegie Mellon 大学后，他开始从事 3D 方面的工作，为头戴式显示器产生了高分辨率的显示环境。Curtis 专攻 NVIDIA 演示小组的场景即图形 API（应用编程接口）的美术流程和物体模型，同时对过度急迫的市场需求管理进行了研究。

Kevin Bjorke, NVIDIA

Kevin Bjorke 在 NVIDIA 的技术开发组工作，正在开发和促进下一代美术和娱乐工具，对于可编程着色硬件的可能性具有独到的眼光。在进入 NVIDIA 之前，他曾在电影、电视和游戏等多个行业中从事过工作，是 *Final Fantasy*（最终幻想）、*The Spirits Within* 和 *The Animatrix* 的开发和影像的督导，在 *Toy Story* 和 *A Bug's Life* 担任过多个技术主管并负责了动画的编排工作，在差不多每个商业平台上开发过游戏，开发过主题公园游艺设施；为众多电视节目制作动画，还参与过电视脱口秀节目。他进过几个大学，最后毕业于 California Institute of the Arts film school（加州艺术电影研究院）。Kevin 还是 SIGGRAPH、GDC 和此类机构过去 10 年的正式发言人。

Rod Bogart, Industrial Light & Magic

Rod Bogart 在 Pacific Data Images（太平洋数据图像）担任了 3 年软件工程师，于 1995 年来到 Industrial Light & Magic（ILM）。他早期的关于摄像机跟踪的作品发表在 *Graphics Gems II* 上。在 ILM，Rod Bogart 开发了交互合成工具的核心引擎，并监管了许多 ILM 其他图像处理和图像观察的技术设计和实施。

Ian Buck, Stanford University

Ian Buck 正在斯坦福大学图形实验室攻读计算机科学博士，现正在研究 CPU 的多用途计算模型。他的研究重点是图形硬件的编程语言设计，

以及多用途计算应用对图形硬件体系结构的影射。他于 1999 年获得普林斯顿大学的计算机科学学士学位，并且获得了斯坦福工程学院和 NVIDIA 的奖学金。

Michael Bunnell, NVIDIA

Michael Bunnell 毕业于 Southern Methodist (南方卫理公会教) 大学，获计算机科学和电机工程学位。他为 LynuxWorks 的前身 Macintosh、Atari ST、Apple IIGS 编写了 Megamax C 编译器。在研究即时操作系统 9 年之后，他转到 Silicon Graphics，重点集中在图像处理及视频与图形软件上。然后，他去了 Gigapixel 工作，以后又到 3dfx，现在他供职于 NVIDIA，负责开发 shader 编译器。

Cem Cebenoyan, NVIDIA

Cem Cebenoyan 是开发技术组的软件工程师。他平时研究图形技术，同时帮助游戏开发者最有效地使用图形硬件。他曾在游戏开发者会议上就人物动画、图形性能和 NPR 做过报告。在进入 NVIDIA 之前，Cem 是 Georgia (乔治亚州) 技术学院图形、视觉应用实验室中的学生和助研。

Joe Demers, NVIDIA

Joe Demers 曾获得卡内基·美隆大学的学士和南加州大学的硕士学位。1999 年他来到 NVIDIA 工作，在 NVIDIA 曾制作过一个简单而强大的 3D 模型 Nendo 和 Nichimen Graphics 的绘画包以及多个演示程序。

Eugene d'Eon, Waterloo 大学

Eugene d'Eon 最近在 Waterloo 大学获得应用数学和计算机科学学士学位。他现在居住在加州，供职于 NVIDIA 的演示小组。他爱好钢琴，有时深夜还在办公室弹奏。

Sim Dietrich, NVIDIA

Sim Dietrich 是 NVIDIA 的美国技术开发组的经理。Sim 已为 *Game Programming Gems 1* (游戏编程精粹 I) 和 *Game Programming Gems 2* (游戏编程精粹 II) 撰写数章，并负责 *Gems 2* 中关于图形显示章节的编辑工作。Sim 是 CgFX 的主要撰稿人，首次将即时 shader 引入 3ds max、Maya 和 Softimage|XSI。Sim 的兴趣集中于新的阴影技术和通过 Cg 与 CgFX 改善图形的工作流程。

William Donnelly, Waterloo 大学

William Donnelly 是安大略省 Waterloo 大学的数学和计算机科学本科生。他根据 Okino

计算机图形学来为 NuGraf ray 扫描工具扩展功能，并获得了实习医师学位，与 NVIDIA 一起为 GeForce FX 创建即时图形演示。虽然他 8 岁时发现以乐高（塑胶拼图板）建筑为生只是梦想，但仍然从小就树立了以计算机图形学为事业的志向。

Randima Fernando, NVIDIA

Randima (Randy) Fernando 从 8 岁起就爱上了计算机图形学。现在在 NVIDIA 的技术开发组工作，同时教授开发者如何利用最新的图形处理技术 (GPU)。Randy 在康奈尔大学获得了计算机科学学士学位和计算机图形学硕士学位。他已经在 SIGGRAPH 上发表过文章，并且是 *The Cg Tutorial: The Definitive Guide to Programmable Real-Time Graphics* 的合著人(与 Mark Kilgard 合著)。

Mark Finch, Cyan Worlds

Mark Finch 曾获得乔治亚 (Georgia) 技术学院物理学学士学位和 Chapel Hill 的北卡罗莱那大学 (North Carolina) 的计算机科学硕士学位。他的专业图形工作开始于为星球大战 (Star Wars) 进行图像处理 and 渲染。但他很快转到游戏编程，他从中发现了同样的挑战性和更多的建设性。他现在是 Cyan's *Uru* 项目的图形程序师。

Philipp S.Gerasimov, iXBT.com

Philipp Gerasimov 是一名俄罗斯的 3D 程序师和游戏设计者。他目前在研究 RightMark 3D 的创建，即 iXBT 的公开的 3D 硬件基准。

R.Steven Glanville, NVIDIA

Steven Glanville 于 1977 年获得加州大学伯克利分校的计算机科学博士。1978 年，他创办硅谷软件 (Silicon Valley Software) 并担任总裁 15 年，在那他开发了 C 和 FORTRAN 编辑器。在加入 SIGGRAPH 多年后，他最终于 1995 年转向图形学，并开始开发 OpenGL 驱动器。现在他再创辉煌，是 NVIDIA Cg 语言的主要设计者和实施者之一。

Simon Green, NVIDIA

Simon Green 是 NVIDIA 的技术开发组的工程师。他毕业于英国 Reading 大学的计算机专业，在电视游乐业工作两年后移居美国，为 Silicon Graphics 工作。他出席过游戏开发者 (Game Developer) 和苹果世界开发者 (Apple World Wide Developer) 会议。他的兴趣包括 OpenGL、便携 (cellular) 自动装置、基于图像的渲染和模拟合成器。他正在 NVIDIA 发明使用图形硬件的有趣的新方法。

Juan Guardado, NVIDIA

Juan Guardado 曾骑骆驼穿越撒哈拉沙漠，他曾休闲于巴西海岸，但他更乐于献身于计算机游戏业的图形技术。在获得 McGill 大学计算机工程学的学士学位后，他进入了 Matrox Graphics，并在硬件加速置换贴图（hardware-accelerated displacement mapping）的开发中取得很大成绩。现在他供职于 NVIDIA 在英国的技术开发组。他已经在业内会议做过多头发言，包括 GDC（美国和欧洲），并在 Shader X 和 Gamasutra 等网上杂志中发表过文章。

Charles Hansen, Utah 大学

Charles Hansen 于 1981 年获得了孟菲斯州立大学的计算机科学学士学位，1987 年获得犹他大学计算机科学博士学位。他现在是 Utah 大学计算机科学副教授。从 1989 到 1997 年，他是 Los Alamos 国家实验室的高级计算机实验室（ACL）的技术雇员，ACL 的可视成果由他组织和指导而取得。1987 年和 1988 年他在法国 INRIA Rocquencourt 从事 Bourse Chateaubriand 博士后研究。他的研究兴趣包括大规模科学可视学和计算机图形。

Mark J.Harris, University of North Carolina at Chapel Hill

Mark Harris 1998 年获得 Noire Dame 大学的学士，2003 年获得北卡罗莱那大学（UNC）计算机科学博士。在 UNC，Mark 的研究涵盖了多种计算机图形课题，包括即时云模拟和渲染、CPU 的各种计算、全局照明、非相片拟真的渲染和虚拟环境等。在研究生期间，Mark 曾为 Intel、iROCK Games 和 NVIDIA 做过一些工作，现在就职于 NVIDIA 英国的技术开发组。

Drew Hess, Industrial Light & Magic

Drew Hess 是 Industrial Light & Magic 软件研究和开发部门的软件开发员。过去他曾是 Intel 公司 IA-64 结构组的成员。Drew 曾获得伊利诺斯大学（在 Urbana-Champaign）计算机工程学学士学位和斯坦福大学计算机科学硕士学位。

Milan Ikits, University of Utah

Milan Ikits 是犹他大学科学计算专业的博士生和科学计算及图像学研究所的助研。他目前的研究兴趣在计算机图形、科学可视学、沉浸环境和人机交互作用的领域。他 1997 年毕业于布达佩斯技术和经济大学的计算机专业。Milan 是流行的 OpenGL Extension Wrangler（开放式绘图界面扩展库，GLEW）的创始人。

Greg James, NVIDIA

Greg James 成长在 3D 图形电影和计算机开放的家庭，具有开阔的视野，他从很小时就

痴迷于图形学。虽然他未能在学习数学和科学上取得成功，但是在 1995 年获得物理学学士并兼修了摄影艺术。并且幸运的是，Greg 在 NVIDIA 开发者协会顶级项目中发现了安全的环境，它帮助自己和其他人解决了难题。他已经在许多游戏的视觉效果方面做出过贡献。其中包括 *Morrowind* 中的水反射动画、*Tron 2.0* 中的光晕和一个即将发行品牌的体积半透明效果。他的著作已经发表在各种计算机图形和物理学的出版物上，他特别热衷于物理学和计算机图形的结合。

Frank Jargstorff, NVIDIA

Frank Jargstorff 是 NVIDIA 技术开发组的软件工程师。他研制用于数字容量创建的工具，并帮助 DCC 公司把新技术整合到他们的产品中。在进入 NVIDIA 之前，他曾在 IBM、CoCreate 和 Fraunhofer 研究所从事过 3D 流、主机操作系统等研究工作。Frank 在 1997 年从德国 Tübingen 大学获得计算机科学学位。

Alexandre Jean Claude, Softimage

Alexandre Jean Claude 目前在领导 Softimage 的渲染和流水线小组。过去几年，他主要研究了游戏开发流水线和硬件渲染技术。他毕业于蒙特利尔魁北克大学计算机科学专业。

Florian Kainz, Industrial Light & Magic

Florian Kainz 在 1995 年加入 Industrial Light & Magic (ILM)，成为研究和开发组的成员。目前是计算机图形首席工程师，他领导着 ILM 内部计算机动画系统核心机构的小组。Kainz 已经开发了微粒、茸毛和模糊表面的渲染、一个以网络规程为基础的容错的分布式批处理系统。Kainz 是 OpenEXR 文件格式的创始者之一。在进入 ILM 之前，Kainz 曾在德国慕尼黑担任 Steiner Film 的软件工程师，并为新加坡的 Twenty-Five Frames 编写图像处理 and 3D 渲染软件。他于 1992 年在德国慕尼黑技术大学获得计算机科学学位。

Joe Kniss, University of Utah

Joe Kniss 1999 年在爱达荷州立大学获学士学位，2002 年获犹他大学计算机科学硕士学位。他现在正在 Utah 大学攻读计算机科学博士，并且是科学计算和图像学会的成员。他的研究兴趣包括计算机图形、光在多种媒质中的传播、人机交互作用和沉浸环境等。

Simon Kozlov, SoftLab-NSK

Simon Kozlov 于 2003 年 6 月从 Novosibirsk 州立大学毕业，专攻物理学和计算机科学。自 2001 年以来，Simon 一直在俄罗斯的游戏开发室 SoftLab-NSK 工作。Simon 目前的项目是 *Rig'n'Roll*，一个卡车模拟游戏。

Aaron Lefohn, University of California, Davis

Aaron Lefohn 是 Davis 的 California 大学计算机科学系的博士生，又是 Pixar 动画工作室的图形软件工程师。他的研究兴趣包括图形硬件、相片拟真渲染和身体的基础动画等一般计算。Aaron 于 2003 年获得犹他大学计算机科学的硕士学位，2001 年获得犹他大学理论化学硕士学位，1997 年获得 Whitman（惠特曼）学院的化学学士学位。Aaron 还曾获得计算机科学 NSF（国家科学基金会）研究生奖学金。

Jörn Loviscach, Hochschule Bremen

Jörn Loviscach 于 1993 年获得数理物理学博士头衔，此前他已在流行计算机杂志中发表了许多关于编程和电子音乐的文章。他曾在几个计算机杂志社工作。在担任德国计算机杂志 c't 的副总编 3 年后，他于 2000 年成为 Hochschule Bremen（应用科学大学）的教授，从事计算机图形的教学与研究。

Stephen Marshall, Sony Pictures Imageworks

Stephen Marshall 在 Sony Pictures Imageworks 担任软件工程师，现在是效果技术的指导。在进入 Imageworks 之前，Stephen 是工程动画公司（Engineering Animation）的软件动画部门的开发者。

Christopher Maughan, NVIDIA

Chris Maughan 已经在图形硬件业工作 10 年了。最初他为一家公司开发视频数字转换产品，后来很快转入 3Dlabs，在那他与微软合作，为 Windows 95 写了第一个 OpenGL 驱动程序。接着 Chris 开发了公司的 DirectX 驱动器。5 年后他进入 NVIDIA，在技术开发组工作，集中为游戏开发者提供工具和样品软件。Chris 从英国北方的 York 的家去工作，他与妻子 Stacey 居住在那里。他对家庭、工作和地点都很满意。

David McAllister, NVIDIA

David McAllister 自 2000 年以来就是 NVIDIA 的计算机图形设计师。2002 年他获得北卡罗莱那大学计算机科学博士头衔，在那里他进行了基于图形的渲染、反射系数的测量和表达式，以及图形硬件的研究。1997 年夏，他在 Hewlett-Packard 的 PixelFlow 图形超级计算机上工作。从 1989 到 1996 年 David 在 Evans & Sutherland 工作，并在 1995 年获得犹他（Utah）大学的学士学位。David 现居住在犹他州盐湖城。

Morgan McGuire, Brown University

Morgan McGuire 领导着布朗 (Brown) 大学的游戏研究组。他的博士研究课题是游戏的即时全局照明模型。他已经获得了麻省理工学院和布朗大学的硕士学位, 他是 graphics3d.com 上开源 G3D 库的项目经理。

Hubert Nguyen, NVIDIA

Hubert Nguyen 是 NVIDIA 演示组的软件工程师。他的工作是寻找新奇效果, 展示 NVIDIA 最近的图形处理器特征。他曾在游戏开发者会议上就产生 NVIDIA 演示的技术做过发言。在进入 NVIDIA 之前, Hubert 是 3dfx Interactive 的工程师、Voodoo 的创造者。在那之前, Hubert 是法国巴黎 Cryo Interactive R&D 部门的成员。在欧洲 demoscene 时, Hubert 就开始开发 3D 图形程序。他曾获得计算机科学学士学位。

John O'Rorke, Monolith Productions

John O'Rorke 从 6 岁起开始创建游戏。在高中时, 他就在 HP 公司的固件部门兼职, 后来又进入 DigiPen 技术学会。他现在是 Monolith Productions 的引擎设计师, 他已经参加过 *Aliens vs. Predator 2* (外星人和掠夺者 2)、*Tron 2.0*、*No One Lives Forever 2* (没有人永远活着 2)、*A Spy in H.A.R.M.'s Way* (间谍在 H.A.R.M. 路上) 的研制, 目前正在为将来的产品开发引擎技术。

Fabio Pellacini, Pixar Animation Studios

Fabio Pellacini 出生在意大利, 并在那里度过了 24 年。这期间, 他获得了 Parma 大学的物理学 Laurea 学位, 并在 Milestone 工作了一年, 构建了一个物理引擎。有了经验之后, 他决定搬到美国追求对计算机图形的兴趣, 在美国他获得康乃尔大学的计算机图形学博士学位, 并发表了数篇论文 (其中 4 篇由 SIGGRAPH 发表)。目前他正在 Pixar 动画工作室的黑暗办公室中设计和实现下一代的照明技术。

Kurt Pelzer, Piranha Bytes

Kurt Pelzer 是 Piranha Bytes 的资深软件工程师, 他开发过个人计算机游戏 *Gothic*、销售头名的 *Gothic II*。在 2001 和 2002 年分别获得德国颁发的 RPG (角色扮演游戏) 和资料片 *Gothic II: The Night of the Raven* (掠夺之夜) 的年度奖。这之前, 他是 Codecult 的资深程序员, 并开发了几个即时模拟和建立在 Codecult 的高端 3D 引擎 Codecreatures 上的技术演示程序 (例如为西门子 AG 和著名的 *Codecreatures Benchmark Pro* 而制作的上海磁悬浮项目的模拟)。他还在《ShaderX2》和《*Game Programming Gems 4*》(游戏编程荟萃 4) 中发表了文章。

Ken Perlin, New York University

Ken Perlin 是纽约大学计算机科学系的教授，管理教育媒体研究实验室和高级技术中心的工作。由于他的过程纹理运算法则（广泛地用于游戏和其他相关方面），他已获得学院奖（Academy Award）、由于科学和技术优秀的纽约市市长奖、NYU 表彰杰出理科教职员的 Sokol Faculty 奖和一个国家科学基金会的年轻调查员总统奖。Ken 还获得了纽约大学计算机科学博士头衔、哈佛的理论数学学士学位。他在 R/GA 和 Mathematical Applications Group, Inc（数学应用公司）负责软件开发，从 Tron 开始，他已经完成了多部电影制作。他还是纽约软件业协会董事会的成员。

Matt Pharr, NVIDIA

Matt Pharr 是 NVIDIA 的技术职员，他研究的课题关系到高质量互动图形、可编程的描影和 Cg 语群中的语言特性。此前，他是 Exluna 的共同创办人，开发了离线渲染软件，并为图形硬件调研过高级描影运算法则。他曾是斯坦福大学图形实验室的博士生，在那里他研究过用于渲染的系统问题和渲染的理论基础。他还在 SIGGRAPH 上就这个问题发表过一系列文章。他与 Greg Humphreys 合著了 *Physically-Based Rendering: From Theory to Implementation*（基于物理的渲染：从理论到实践），该书在 2004 年出版。

Fabio Policarpo, Paralelo Computação Ltda.

Fabio Policarpo 从里约热内卢（Rio de Janeiro）的 UFF 联邦大学毕业，曾写过关于经典和即时的计算机图形的书和应用软件。Fabio 曾与 Alan Watt 合著了 *The Computer Image*（计算机图形）、*3D Games Volume 1*（3D 游戏第 1 册）和 *3D Games Volume 2*（3D 游戏第 2 册）等书（均由 Addison-Wesley 出版）。

Tim Purcell, Stanford University

Tim Purcell 正在斯坦福大学攻读计算机科学博士学位。他于 2001 年获得斯坦福大学的计算机科学硕士学位，1998 年获得犹他大学的计算机科学学士。他还获得过国家科学基金会研究生研究奖学金，而且是 NVIDIA 奖学金获得者。他目前的研究兴趣包括流体（stream）编程、光线追踪和 GPU 的多用途计算。

Daniel Sánchez-Crespo, Universitat Pompeu Fabra

Daniel Sánchez-Crespo 在西班牙和欧洲是游戏研究的领军人物之一。他的学术生涯开始于 1997 年在西班牙巴塞罗那 Politècnica de Catalunya 大学进行用户接口和虚拟现实的研究。2001 年他在西班牙巴塞罗那 Universitat Pompeu Fabra 创办欧洲第一个视频游戏的硕士点。在

那里他担任教师和硕士生导师。他已经写了 3 本书，最近的一本是 *Core Techniques and Algorithms in Game Programming*（游戏设计的核心技术和运算法则），由 New Riders/Prentice-Hall 出版。他的最新挑战是创办 Novarama 游戏开发工作室，焦点是大众娱乐的新形式，最近被认为是西班牙 2003 年第三大的创新公司。

Dean Sekulic, Croteam

认识到制作电脑游戏可能比仅仅来玩更有趣之后，1993 年 Dean Sekulic 与他的两个最好的朋友一起创办了 Croteam。最近两年，他专攻声音和视觉的编码。1996 年他从商业信息和计算机设计的 Zagreb 大学毕业，他希望永远从事计算机游戏设计。

John Spitzer, NVIDIA

John Spitzer 是 NVIDIA 欧洲技术开发部的主管，他在 3D 软件开发界监督工具、技术、艺术和教育材料的开发。John 对游戏开发者每天的游戏技术进行评估，并协助他们实现高级的视觉效果。John 是许多与 3D 图形有关的工业标准委员会成员，包括 OpenGL 结构评估董事会 (ARB)，而且是 SPEC OpenGL 运行特色组织 (SPECopc) 的创办人和主席。在 SPECopc 任职时，John 定义、设计和实施了 SPECglperf 基点的工业标准。John 每年出席许多开发教育活动，主题包括运行性能最佳化及先进描影技术等。John 曾从 Rice 大学获得计算机科学的学士和硕士学位。

Jos Stam, Alias Systems

Jos Stam 是 Alias 系统的研究科学家。他具有多伦多大学计算机科学的博士头衔，对计算机图形的很多领域都感兴趣。他是 SIGGRAPH 和其他会议的定期撰稿人。他在以物理学为基础的动画、渲染、纹理映射和细分表面等方面进行了很好的研究。

Marc Stevens, Softimage

Marc Stevens 具有布朗大学计算机科学硕士学位，在图形业有超过 12 年的工作经验。Marc 现在受雇于 Softimage/AVID，过去 9 年他在那里的软件开发中担任过各种不同职务。他曾是 Softimage|XSI 的主要设计师之一，现在是 Softimage 的研究和开发及特别项目的主管。

Thilaka S. Sumanaweera, Siemens Medical Solutions USA, Inc.

自 1980 年以来，Thilaka Sumanaweera 就开始对 GL、后来对 OpenGL 感兴趣，他在计算机视频、图像处理 and 医学图像方面创建过从 2D 到 4D 的应用程序。1992 年他获得斯坦福大学电机工程博士头衔，然后在斯坦福的放射线科学实验室进行博士后课题研究，之后担任副研究员，开发了 CT/MRI 混合图像和神经外科图像指南。他目前是 Siemens Medical Solutions