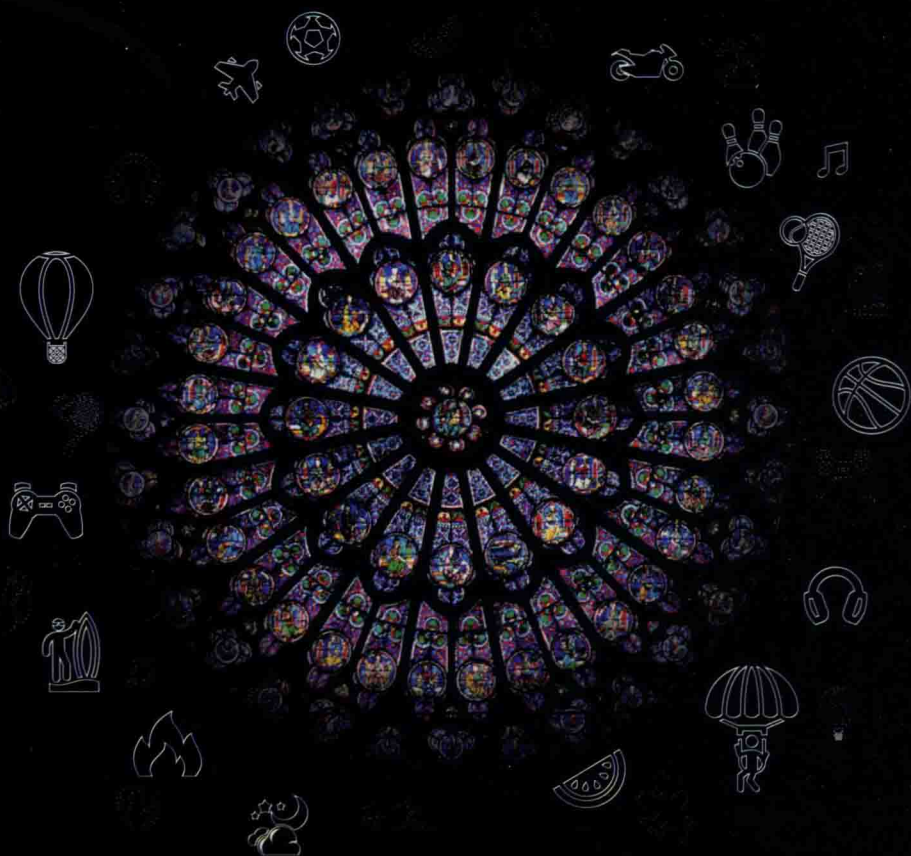


Broadview[®]
www.broadview.com.cn

冀盼 谢懿德◎著



中国工信出版集团



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

A stylized illustration of a VR headset, rendered in a dark gray, textured style. The headset is shown from a slightly elevated, front-facing perspective. It features a large, rounded rectangular visor area in the center, which is white and contains the main title. The sides of the headset are also visible, showing a similar textured pattern. A thin, curved line extends from the bottom left of the headset, suggesting a strap or cable.

VR开发实战

冀盼 谢懿德◎著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由在虚拟现实领域具有丰富实战经验的技术专家编写，虽然在方兴未艾的虚拟现实领域，新产品、新技术日新月异、层出不穷，但是万变不离其宗。本书既包含了虚拟现实领域近百年的发展概况，又立足开发实战，对必要的理论知识进行了简单的介绍，特别是书中大篇幅的实战干货，为广大对虚拟现实有兴趣的开发人员提供了绝佳的学习资料。由于书中对开发工具 Unity、设计建议、数学知识等内容都有相关介绍，所以只要有基础的开发人员，都可以通过阅读本书熟悉虚拟现实开发技术。本书不但对 Cardboard、Oculus VR、HTC Vive 均有相应教程，还以 Vive 开发为例深入介绍了各类型虚拟现实产品开发的实战案例，从观赏应用到虚拟现实单机游戏，再到联机游戏，涵盖了虚拟现实开发领域所需要的大部分开发技术。实战部分还在一定程度上深入各平台的 SDK 内部，同时也为开发人员继续了解各平台 SDK 提供了入门指南。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

VR 开发实战 / 冀盼, 谢懿德著. —北京: 电子工业出版社, 2017.1
ISBN 978-7-121-30504-7

I. ①V… II. ①冀… ②谢… III. ①虚拟现实 IV. ①TP391.98

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 287931 号

策划编辑: 刘 皎

责任编辑: 徐津平

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 720×1000 1/16 印张: 18.75 字数: 348 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

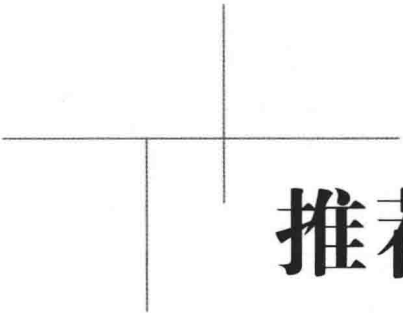
印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: 010-51260888-819 faq@phei.com.cn。



推荐序一

1991 年，我大学毕业论文的题目就是“如何让 VR 给教育一个新革命”。当时我说 10 年以后虚拟现实一定会改变整个教育行业。

25 年后的今天，我作为 HTC Vive 的中国区总裁已经亲眼见证 HTC Vive 这款令人兴奋的虚拟现实设备发往全世界。这个迟到的 15 年之约太像人们说的那句——有些事来得应该很快，但是好像又没那么快。

也许是短期目标人们容易乐观，放长远看人们又容易悲观。一个真正有影响力的新浪潮，一开始可能会让很多人失败，但是经过长期发展会远超大家的想象。

今天 VR 产业已到了爆发的节点，也许所有人都会不会否认，VR 行业 and 它未来的价值及影响巨大。我们说 2016 年是“VR 元年”，就像 2007 年的 iPhone。那时没有 Apple Store，没有任何其他开发者的应用，只有一个硬件，加上 Apple 自己的一二十个应用。它把一种新的互动方式放在了一个新产品上。2008 年 Apple 开创了一个商店，让每个开发者都有可能赚钱。硬件和应用的结合就是今天所谓的“生态”。尽管当时的 Apple 还很谨慎，准备了一年多才把整个商业模式发布出来。

现在，VR 让更多人看到机会，他们的认同并加入这个领域会让技术发展得更快。在 VR 生态圈，真正长期有利润的不是硬件，而是平台、内容和软件。我们想打造的未来是，利润不是我们独享，而是整个生态圈都可以获得他们应得的利润。

虚拟世界是一个新的空间，那些在现实中经历的沮丧和烦恼难免让人生出怯懦与逃避的想法。为什么不给自己放个十五分钟的假呢？埋在马尔代夫的沙滩间，或在树林山谷中听风雨鸟鸣。这个与现实连通且平行的世界已经被凭空创造出来了，在其中旅游、学习、游戏……比真实世界中的成本更低、效率更高，它赋予了随之诞生的内容、体验、服务等无限可能。

无论是广告、教育、房地产、主题公园、硬件、软件还是内容，全部都被 VR 覆盖了。

现在 VR 市场期待的也许是一个打开所有人思路的杀手级应用。一个点燃其他开发者创造欲望的“爆款”内容。

这本书作为国内第一本 VR 实战书籍，不但有相应的理论知识，还有翔实的实例。作者所在的奥秘团队是 HTC Vive 第一届内容大赛获奖作品《画境》的开发团队，他们在极短的时间内开发出《画境》这样的作品，令我们对中国开发者的开发实力信心大增。现在奥秘团队把自己在 VR 领域的积累以这样一本书的方式与广大开发者分享，这与 HTC Vive 现在在行业中追求建立的生态圈的目标是一致的。这本书对 HTC Vive 开发有详细的介绍，希望能为广大 VR 开发者的进阶或感兴趣的开发者进入 VR 行业铺路，从而创造出更多更优秀的作品，做出爆款。

为了加速“杀手级”作品的涌现，HTC Vive 推出了 VIVE PORT (TM) 平台——这个 HTC Vive 版的 Apple Store 能让全世界的玩家买到任何需要的内容。内容只要足够优秀，他们就会为你付费。同时，免费的 HTC Vive 设备及相关技术支持也不会缺席，一切只为你更专注地研发。HTC Vive 还推出了 VR 杂志的标准 Vivepaper，这不仅给平面媒体注入了新的活力，还创造了新的广告形式，为平面媒体行业带来新的盈利模式。这只是一个开始，让各种内容开发的团队都有机会相互学习、共同成长是我们的初衷。

属于 HTC Vive 的生态圈正在形成。在现在这个市场，你不用担心竞争，而是应该考虑怎么把市场推动起来。现在很多测评都说，HTC Vive 是最好的产品，内容是最丰富的，用户体验是最自然的。

希望这本书能鼓励你马上行动和我们一起创造一个美好的未来！

汪丛青

HTC Vive 中国区总裁

推荐序二

创造一个世界或许是人类最具有雄心，也最富创造力的精神追求。而人类用于创造世界的方法也在不断进化，我们用瑰丽的文字来描述一个个栩栩如生的想象世界；我们用影视来呈现看得见、听得见的感官世界；我们用游戏来创造可以与之交互，甚至由玩家来塑造的自由世界；有了 VR 之后，我们才第一次真正“进入”这个由我们自己创造的世界中，以沉浸式的视角来感受这个世界。

奥秘游戏团队成员是一群喜欢“做梦”的人。我们用自己喜欢的元素去构建一个世界，为这个世界填充上动人的故事，创造出有血有肉有感情的人物，并为之设计好玩的内容。2015 年，当我们接触到成熟的 VR 硬件时，激动的心情不言而喻，对于我们而言，VR 是最接近“创造世界”这个梦想的实现方法的，更是未来游戏产业发展趋势的代表。因此，我们毫不犹豫地转向 VR 内容开发领域。

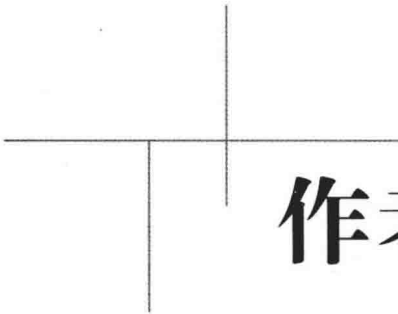
《画境》是我们开发的一款 VR 冒险解谜游戏，通过三幅画中的场景讲述了一对父子之间的温馨回忆。限于极短的开发周期，这款游戏也留下了诸多遗憾。目前我们还有一款科幻背景的解谜游戏和一款多人联机 RPG 游戏正在开发中。

在开发过程中我们踩了不少坑，在硬件选择、引擎使用、交互设计、内容类型等方面都获得了不少经验教训，例如，如何设计才能在最大程度上减少体验者的晕动症，如何在 VR 环境中讲述一个故事，如何更高效地进行开发，等等。

VR 行业从早前的硬件驱动，转向目前的内容驱动，行业急需更丰富、更优质、更“爆款”的内容来促进市场普及。这本书较为全面地介绍了 VR 内容开发入门的理论知识，并辅以翔实的案例说明，我们希望这些经验教训能帮助更多的内容开发者，尤其是刚刚进入 VR 领域的开发者，减少开发过程中“踩坑”，创造出更优秀的 VR 内容。

陈振

奥秘游戏联合创始人



作者序

大概每个人都幻想过生活在虚拟世界中，在里面体验不曾体验的生活，经历现实世界可能永远无法经历的事情。最近大火的美剧《西部世界》所描绘的游戏世界更像是虚拟现实升级版本。当然现在可能通过传统的 PC 网络游戏或手机游戏可以得到一部分类似的体验，但它的体验相比虚拟现实的体验差远了。

2016 年虚拟现实真正做到了消费级别，让每个人都可以真正在虚拟世界中有神奇的经历，前两天有两个做手游很成功的朋友来我们公司考察，他们之前没有体验过全沉浸的虚拟现实产品，当他们在游戏中体验了打僵尸、斗机器人后，惊叹之情溢于言表。他们完全没想到虚拟现实可以做到这种程度。虽然只是简单的两块屏幕加上精确定位技术和更自然的交互手柄，但营造出的沉浸感完全无法用语言准确表达，只有真正体验过，才知道身临其境的体验是什么样的。

我们进入虚拟现实领域非常偶然。之前我们在金融行业积累了技术经验，加入奥秘团队后才开始接触 AR/VR。当我们公司发现虚拟现实设备可以营造如此逼真的体验时，大家义无反顾地投身于其中，因为我们知道，这是划时代的产品，等同于过去的从电影到电视，电视到电脑，电脑到手机，现在是手机到虚拟现实，由于是信息输出方式和输入方式的极大变化，这个变化足以为人们带来更多的机会。

2016 年初参加 HTC Vive 的技术大会，开始对 Vive 有了更深入的了解，并在极短的时间内创造出《画境》这款游戏，现在看来它虽然非常粗糙，但在当时的时间限制下做出这样的作品，我们还是非常自豪的。后来又接着进行其它虚拟现实游戏设计开发，开始更深入地理解虚拟现实的一些设计要点和技术原理。这本书就是我们团队经验的总结，阅读本书足以让一个普通开发者完成从对虚拟现实一无所知到可以开发出不错的虚拟现实体验程序的飞跃。

本书第一部分参考了国内外一些技术资料，对虚拟现实的产品和技术发展进行了简短的回顾，并对近几年圈内的大事进行了介绍，特别是对现在各个方向产品都有一个简单介

绍，文字虽然不多，但是足以开阔眼界。第二部分主要介绍了虚拟现实的核心技术点和产品设计上需要注意的事项，让大家掌握了理论基础，至少不会做出“反人类”的体验——让人晕到想吐出胆汁。这部分虽然篇幅不多，但是极其重要。第三部分介绍了必要的 Unity 基础知识和数学知识，我们尽量让这些非常重要的内容看起来不枯燥，它们影响在实战中对一些实现细节的理解，务必搞懂。实战部分主要以 Vive 为例将各种类型的虚拟现实应用的开发过程进行了讲解，从目前盈利能力最强的观光类体验（可用在房地产等行业）到难度最大的多人联机游戏，从体验最好的 Vive 到入门级的 Cardboard 设备开发，也包括了国内少有的 Oculus 产品的开发讲解。此外，我们还专门拿出一章对虚拟现实中的绿幕技术进行讲解。

书中力求以简单的示例，让读者更快入门，同时对所用到的 SDK 都进行了一定程度的源码分析，既不会太深入让人一头雾水，也不会太简单让人感到索然无味，目的是想让大家在需要时能有熟悉的途径去深入底层。

本书适合有一定开发基础的读者阅读，不论你所处什么行业，经过学习一定可以成为一个不错的虚拟现实开发者。在阅读本书时，理论知识部分建议开发者仔细阅读，在具备了 Unity 和数学基础后，Cardboard、Oculus DK2、Vive 开发的阅读顺序可以根据需要来决定，但是我们仍然建议将 Vive 的所有例子完整阅读。

感谢 HTC Vive 中国区总裁汪丛青先生对本书给予的极大支持，同时感谢 HTC Vive 中国区的马芳。

本书的付梓要特别感谢电子工业出版社的刘皎，在遇到各种问题时她对我们进行了及时指导，同时要感谢汪达文编辑的辛苦工作，以及出版社其他朋友的帮忙。

感谢家人对此书编写的支持，为了成书我们牺牲了很多陪伴家人的时间。谨以此书献给我们亲爱的家人。

由于准备仓促和能力有限，书中难免有遗漏和错误，欢迎广大读者批评指正。

目 录

1

虚拟现实的前世今生

1

1.1	初探.....	1
1.2	缓慢发展.....	2
1.3	虚拟现实又火爆了.....	6
1.3.1	主机 VR 的“三国演义”.....	6
1.3.2	群雄逐鹿.....	7
1.4	虚拟现实可以干什么.....	8
1.4.1	培训教育.....	8
1.4.2	运动.....	8
1.4.3	游戏.....	9
1.4.4	电影.....	9
1.4.5	心理治疗.....	10
1.4.6	广告.....	10
1.4.7	虚拟现实直播.....	10
1.5	虚拟现实产品介绍.....	11
1.5.1	主体硬件.....	11
1.5.2	各种配件.....	12
1.6	小结.....	15

2

虚拟现实设计初探

16

2.1	虚拟现实技术难点.....	16
2.1.1	晕动症.....	16
2.1.2	视疲劳.....	18
2.1.3	成像延时.....	18
2.1.4	畸变成像.....	19
2.2	虚拟现实应用设计时要考虑的因素.....	20

2.2.1	刷新率和帧数的影响	20
2.2.2	分辨率影响	20
2.2.3	场景复杂度影响	21
2.2.4	摄像机控制	23
2.2.5	自我认知冲突	24
2.2.6	更自然的交互	24
2.2.7	音乐、音效的使用	26
2.2.8	多人联机	27
2.3	小结	27

3 认识 HTC Vive 28

3.1	HTC Vive	28
3.2	运行环境	28
3.2.1	硬件环境	28
3.2.2	软件环境	29
3.3	简述 Lighting House 原理	30
3.4	将 Vive 连接到电脑	30
3.5	房间设定	33
3.6	小结	37

4 Unity 简介 38

4.1	Unity 入门	38
4.1.1	Unity 简介	38
4.1.2	下载及安装	38
4.1.3	Unity 5 授权	41
4.1.4	Unity 的语言及跨平台原理	42
4.2	Unity 编辑器使用简介	43
4.2.1	编辑器界面	43
4.2.2	工具栏	44
4.2.3	Asset Store	45
4.2.4	菜单栏	47
4.2.5	常用工作视图	50
4.3	Unity 脚本以及脚本事件调用	54
4.4	Unity 物体系统简介	55

4.5	创建并发布一个简单的游戏.....	56
4.6	Unity 中的全局光照.....	61
4.6.1	全局光照与局部光照	61
4.6.2	全局光照的实现问题	61
4.6.3	预计算的 GI.....	62
4.6.4	烘焙 GI.....	62
4.6.5	预计算的 GI 与烘焙 GI 的关系	62
4.6.6	Unity 的几种光源	62
4.6.7	GI 实战.....	63
4.7	Unity 地形编辑器.....	67
4.8	Unity 中的粒子系统.....	70
4.9	小结.....	73

5

三维空间的数学基础

74

5.1	学习的目的.....	74
5.2	空间数学的基本概念.....	74
5.2.1	点、矢量与标量	75
5.2.2	笛卡尔坐标系	75
5.3	构建测试项目.....	76
5.4	矢量运算.....	81
5.4.1	矢量和标量的乘法、除法	81
5.4.2	矢量的加法与减法	84
5.4.3	矢量的模.....	86
5.4.4	矢量的归一化	87
5.4.5	矢量的投影	89
5.4.6	矢量的点积.....	91
5.4.7	矢量的叉积	93
5.5	小结.....	96

6

Vive 开发环境搭建及插件介绍

97

6.1	获取 SteamVR 插件	97
6.2	将 SteamVR 插件导入 Unity	97
6.3	SteamVR 包简介	99
6.4	实现一个最基本的 VR 场景	101

6.4.1	工程场景搭建	102
6.4.2	添加 VR 组件	104
6.4.3	常用 SteamVR 组件详解	105
6.4.4	通过事件监听实现拿、放、扔	117
6.4.5	通过继承实现发射器效果	121
6.5	小结	123

7

Vive 开发：解密类游戏

124

7.1	游戏开发流程	124
7.2	游戏策划	125
7.3	游戏场景	126
7.4	解密逻辑：激光发射	127
7.5	接收激光	130
7.5.1	最基础的接收脚本	130
7.5.2	接收并发射激光	132
7.5.3	接收激光后开门	132
7.5.4	接收激光后关卡胜利	133
7.6	制作接收和发射激光的预制体	134
7.7	操作狮子旋转	137
7.8	完成剩余场景布置	139
7.9	效果演示	142
7.10	小结	144

8

Vive 开发：第一人称射击类游戏

145

8.1	策划	145
8.2	游戏场景	145
8.3	创建怪物	146
8.4	Unity 中的自动寻路	149
8.4.1	Navigation	149
8.4.2	Nav Mesh Agent 组件	150
8.5	添加怪物自动寻路	151
8.6	添加怪物动画控制器	154
8.7	怪物行为控制	157

8.8	游戏管理类.....	160
8.9	怪物攻击.....	162
8.10	玩家攻击.....	164
8.10.1	添加手柄手枪模型	164
8.10.2	添加手枪开枪动画	165
8.10.3	实现开枪逻辑	167
8.10.4	添加开枪脚本	170
8.10.5	设置怪物的层级 (Layer)	170
8.11	游戏重玩逻辑	171
8.12	添加背景音乐与音量调整	174
8.13	小结.....	175

9

Vive 开发：旅游观光应用

176

9.1	策划.....	176
9.2	游戏场景.....	176
9.3	虚拟空间内移动传送.....	177
9.3.1	为什么要传送和传送的实现方式.....	177
9.3.2	传送的实现原理	177
9.3.3	实现位置点选取	179
9.3.4	实现游客传送	181
9.4	多场景编辑.....	183
9.4.1	为何选择多场景编辑	184
9.4.2	多场景的优势	184
9.4.3	多场景的注意事项	184
9.4.4	实现多场景加载	186
9.4.5	场景管理类	191
9.5	实现不同时间段效果.....	193
9.5.1	如何实现不同时间段效果	193
9.5.2	实现不同时间段的切换效果.....	193
9.6	创建可传送面与不可传送面.....	196
9.6.1	如何区分可传送面与不可传送面.....	196
9.6.2	实现可传送面与不可传送面的区分.....	196
9.7	修改传送点选取方式.....	198
9.7.1	修改原因	198
9.7.2	实现原理	198

9.7.3	实现抛物线效果	200
9.8	小结	206
10	Vive 开发：将一款单机游戏改为联机游戏	207
10.1	策划	207
10.2	场景	207
10.3	联机实现方法	208
10.4	UNET	208
10.5	HLAPI 实现方法	208
10.5.1	主机、本地客户端与远程客户端	209
10.5.2	本地用户 (LocalPlayer)	209
10.5.3	权限 (Authority) 控制	210
10.5.4	主机与客户机之间的 RPC 通信方式	211
10.5.5	主机与客户机之间的数据同步	212
10.5.6	产生联机物体	212
10.6	使用 UNET-HLAPI 来将单机游戏改为联机游戏	212
10.6.1	添加网络管理组件	213
10.6.2	制作玩家预制体	214
10.6.3	重写游戏管理类	220
10.6.4	为怪物添加网络通信组件	226
10.6.5	设置玩家出生点	229
10.6.6	运行并查看结果	230
10.7	小结	231
11	Cardboard 开发入门	232
11.1	背景知识	232
11.2	Cardboard 简介	233
11.3	开发环境准备	236
11.3.1	工具安装	236
11.3.2	SDK 简单分析	237
11.4	策划	242
11.4.1	游戏介绍	242
11.4.2	主角	243
11.4.3	敌人	243

11.5	场景.....	243
11.5.1	搭建.....	243
11.5.2	天空盒.....	244
11.5.3	主角形象.....	244
11.5.4	敌人.....	245
11.5.5	炮弹和爆炸效果.....	251
11.6	交互.....	254
11.6.1	盯.....	255
11.6.2	单击.....	255
11.7	小结.....	255

12

Oculus 开发入门

256

12.1	产品简介与安装.....	256
12.2	开发环境搭建.....	258
12.3	快速开发体验.....	263
12.4	SDK 细节概述.....	265
12.5	Demo 实战.....	270
12.5.1	策划.....	270
12.5.2	场景.....	270
12.5.3	玩家.....	271
12.5.4	视角切换.....	272
12.6	小结.....	273

13

MR 视频拍摄

274

13.1	电影绿幕.....	274
13.2	MR 视频.....	275
13.3	MR 视频原理.....	276
13.4	SteamVR 中的实现.....	277
13.5	拍摄.....	282
13.5.1	环境准备.....	282
13.5.2	如何拍摄.....	283
13.6	小结.....	287

1

虚拟现实的前世今生

本章会对虚拟现实技术的由来、变迁、现状做一个简单介绍,并结合广泛的应用场景来展现虚拟现实可能给人们的生活所带来的各种影响。

1.1 初探

最近一段时间,VR¹(Virtual Reality,虚拟现实)这个词频繁出现在各大网站、报刊、杂志等传统媒体或社交媒体上,而且在很多商场中都有了虚拟现实体验馆(图 1-1),大部分人甚至还没有来得及体验虚拟现实,但却有相当一部分人在谈论虚拟现实了。那么虚拟现实到底是什么呢?

关于虚拟现实的定义有很多种说法,大都表达了一个类似的意思,我们采用以下说法:虚拟现实是由计算机创造的像真实世界一样的虚拟世界,人们可以在其中像在体验真实世界一样的去体验和交互²。

1 VR 是 Virtual Reality 的缩写,即是虚拟现实,本书中 VR 和虚拟现实两种说法通用。

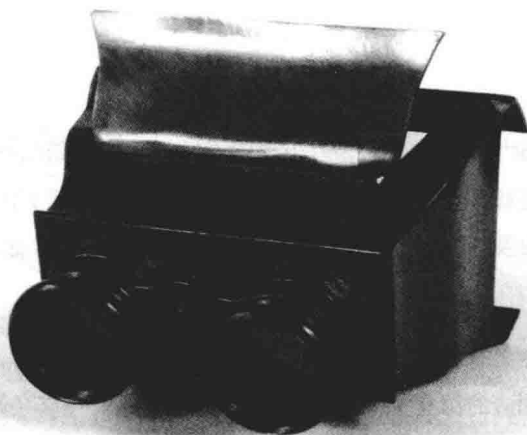
2 定义来源于 *The VR Book*。



图 1-1

1.2 缓慢发展

从 19 世纪开始,人们就开始了最早的立体成像设备研究,图 1-2 的设备是 David Brewster 于 19 世纪 50 年代设计的基于透镜的立体成像镜,1856 年该成像镜卖出 50 多万份。

图 1-2 (图片来源于 *The VR Book*)

20 世纪,虚拟现实设备研究继续缓慢发展,图 1-3 的设备是 20 世纪 50 年代由 Morton Heilig 设计的头戴显示器,具有 140 度的视场角,提供立体声和不同温度下的风感。