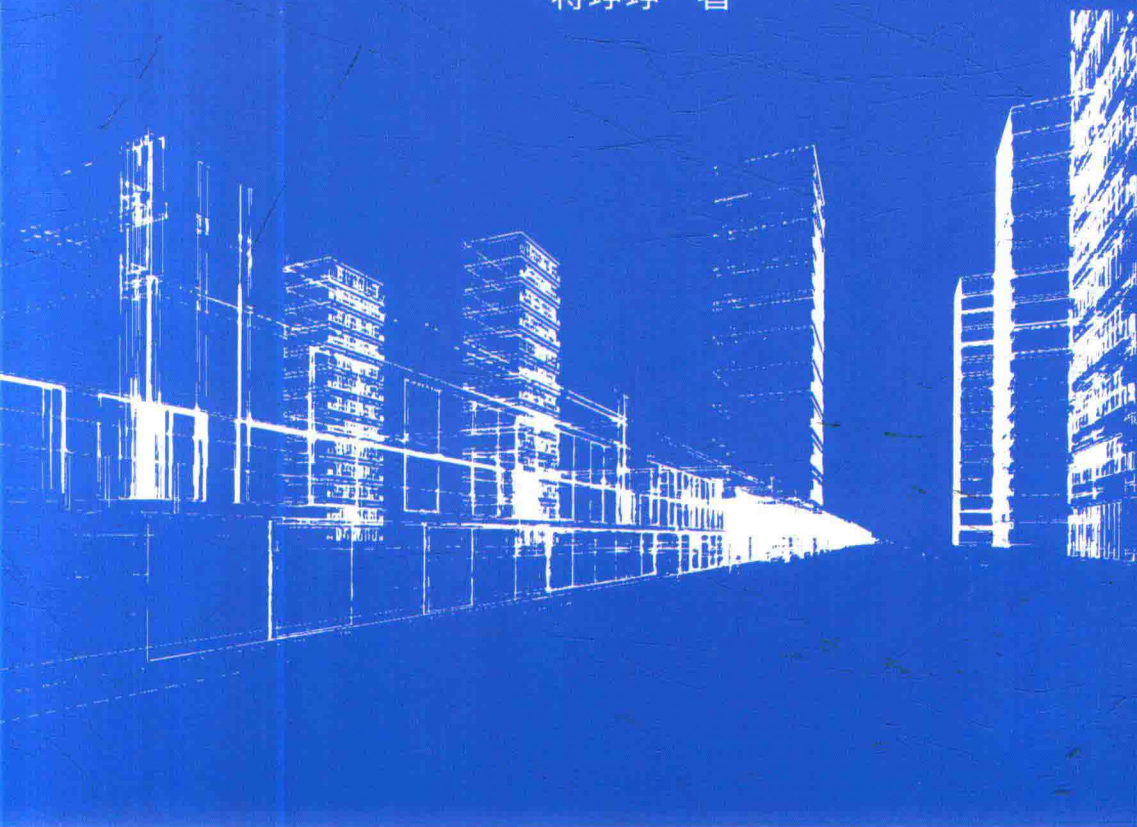


虚拟现实与系统设计

—— 3D虚拟街道系统设计攻略

Virtual Realty & System Design

蒋琤琤 著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

虚拟现实与系统设计

——3D 虚拟街道系统设计攻略

Virtual Realty & System Design

蒋琤琤 著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书通过一个城市道路的虚拟街道系统 CityPlaning 0.1 的设计案例展示了 3D 虚拟现实在系统设计中的应用。系统将通过提供 2D 和 3D 的虚拟现实世界,进行场景的虚拟体验与仿真。通过对现有城市设施,例如照明灯杆、建筑物、绿化、城市家居进行数字建模,从而分析和评价此类设施与新照明技术、无线电通信、安防系统、城市交通噪声控制等基础设施的相互影响,为更安全、更绿色的城市建设提供一个“虚拟现实”评估环境。

本书内容可作为相关设计人员参考实例。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实与系统设计:3D 虚拟街道系统设计攻略 / 蒋琤琤著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2018.6

ISBN 978-7-5606-4984-9

I. ① 虚… II. ① 蒋… III. ① 城市道路—计算机辅助设计—应用软件
IV. ① U412.37-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 153462 号

策划编辑 陈婷

责任编辑 陈婷

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com

电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西利达印务有限责任公司

版 次 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×960 毫米 1/16 印 张 6.75

字 数 111 千字

印 数 1~1000 册

定 价 24.00 元

ISBN 978-7-5606-4984-9 / U

XDUP 5286001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。



前 言

“虚拟现实”(Virtual Reality, VR),也可称为虚拟仿真,其诞生虽历史悠久,但真正进入人们的生活却是从2016年开始的。产品的出现与发展必须符合时代的特征,当代科技在物联网、人工智能、大数据等方面的发展以及智能终端对于人们生活习惯的改变,使得虚拟现实这一虚幻、炫酷(起码看起来如此)的技术得到了爆炸性的发展,并如智能手机的出现一样彻底改变了人们思考和认识世界的角度。

虚拟现实的发展为每一个领域都带来了革新:娱乐、科研、工程以及设计展示等等。从被称为VR元年的2016年至今,虚拟现实广阔的应用前景使它站到了科技圈的中心。从莫顿·海利希的Sensorama(1957年)到Oculus Rift(2016年),虚拟现实在这60年里随着信息技术的发展也从幕后走到了台前,甚至站到了舞台的中央。它的发展开启了另一个宇宙,信息世界与物理世界相互交叠,亦幻亦真。它无限拓展了人们的空间与时间,让千里之外的世界也触手可及。因此,虚拟现实带来的用户体验是以往的其他技术所无法比拟的。

虚拟现实是神奇且强大的,其“魔法”迷人却不易“修行”。想要将其发扬光大、应用自如,则需要内容的挖掘。虚拟现实与设计两个领域都极为强调用户体验的重要性,以及人机交互的自然性。虚拟现实也将改变设计师对于传统设计方法的认知。虚拟现实的世界没有边界,其设计思维和方法都是独特且新奇的。在这个交叠的世界里,从设计流程到视觉表达,都有自己特殊的要求。

本文作者从2010年起开始接触虚拟仿真系统设计的相关项目,信息与系统设计的交叉背景在项目开展的过程中起了很大的推动作用。本书结合作者设计项目中的实践经验,将其中一个案例进行剖析,从设计定义到功能实现,深度解析了系统设计如何应用虚拟现实达到前所未有的效果。对于想了解虚拟现实的设计师、学生以及想在设计领域进行内容开发的工程师而言,本书都可提供参考与借鉴。

本书共分为6章,第1~2章为设计项目的背景信息介绍以及设计内容定义;第3章则通过部分功能的实现来阐述设计项目概念模型的创建;第4章对项目的性能与可视化进行了细致的分析;第5~6章是系统设计工程中的重要过程文件。由于篇幅所限,很多内容书中无法清晰说明,因此希望读者可通过阅读过

程文件对项目具体实施情况有一个更全面的认识。

本书得以出版，要感谢我的导师 Jean-Paul Linnartz 教授，正是他扎实的专业素养以及创新的思维给本项目带来了莫大的支持，他对于收敛算法的意见大大提升了系统的运行速度，改善了用户体验。此外，Jean-Paul Linnartz 教授还积极促成团队与荷兰 Philips 研究与设计部门的合作与交流，提升了项目的可行性。

感谢荷兰埃因霍芬理工大学的研究员吴岩以及博士生王昕，感谢吴岩博士提供的测试平台的数据以及在整个项目过程中给予的指导。王昕对障碍物实现部分给予了莫大的协助，并在此平台基础上加入了工程师所关注的相关功能。

感谢西安电子科技大学出版社的陈婷编辑等人，在本书出版过程中不断给予支持与协助，对于你们负责的工作态度我非常敬仰与感激。

最后，感谢我的同事在工作过程中给予的支持，让我有动力完成本书的编写，并为我提供了宝贵的经验。

作 者

2018 年 4 月

目 录

第 1 章 设计背景.....	1
1.1 虚拟现实介绍.....	2
1.2 优秀的城市规划与设计的决定因素.....	10
第 2 章 系统设计流程.....	15
2.1 用户与需求.....	17
2.2 方法定义.....	27
2.2.1 虚拟仿真与可视化.....	28
2.2.2 3DS Max 介绍.....	34
2.2.3 Campus2020 与 Philips Product Selector	38
第 3 章 概念模型实现.....	43
3.1 功能实现之雷达性能预测.....	44
3.2 功能实现之虚拟雷达参数.....	45
3.3 功能实现之覆盖面积计算.....	47
3.3.1 坐标系统.....	47
3.3.2 探测范围的计算.....	49
3.3.3 绘图算法.....	55
3.4 障碍物屏蔽.....	61
3.4.1 信息数据库.....	62
3.4.2 核心算法.....	62
3.5 接收功率预测.....	68
第 4 章 系统性能分析.....	69
4.1 算法的应用.....	71
4.1.1 比较不同的方位角和仰角.....	72
4.1.2 制定针对不同对象的方案(汽车, 行人).....	75

4.1.3 不同信噪比与参数设置下的探测覆盖面积	75
4.2 障碍物(建筑物)影响	76
4.3 虚拟雷达验证	77
4.4 系统设计总结与讨论	79
第5章 系统需求解析	81
5.1 系统概述	82
5.2 用户特征	83
5.3 主要系统需求	83
5.4 辅助功能实现: 区域内的物体检索	85
第6章 项目管理	89
6.1 简介	90
6.2 成果	91
6.2.1 问题的定义	91
6.2.2 成果	92
6.2.3 项目局限性	93
6.2.4 项目阶段性成果	93
6.3 阶段计划	93
6.4 控制计划	95
6.5 风险分析	98
参考文献	101

第1章

设计背景

随着虚拟现实技术的发展,其应用越来越广泛且被大众所熟知与接受。大学的课堂中已经引入了各种类型的虚拟现实实验室,以帮助师生完成在真实环境中成本较大、难度较高的实验操作或者系统验证。博物馆、艺术馆等公共服务展区也因为虚拟现实在视觉、听觉等感官方面的优越性,逐渐将其作为内容展示与传播的重要途径,数字图书馆、智慧博物馆等系统应运而生,让人们足不出户即可享受身临其境的观赏体验。虚拟现实在娱乐方面的应用则更被大众所熟悉,舞台效果、游戏以及互动展览都给我们的生活带来了不一样的视角与体验。

1.1 虚拟现实介绍

在 2014 年以前,如果询问身边的人什么是虚拟现实,相信绝大部分的人都一无所知,但是如果现在问这个问题,很多人都能答得上来,还附带加上它和增强现实 AR(Augmented Reality)、混合现实 MR(Mixed Reality)的区别。虚拟现实,或者称为 VR(Virtual Reality)从 2015 年开始变得火爆,曾一度成为各类新闻、行业的指向,2016 更是被称为“虚拟现实的元年”。其实,虚拟现实所描述的场景在很多电影中已多次出现,我们最熟悉的《黑客帝国》所描述的场景就是在虚拟现实环境中可完美模拟出人的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉的世界,相信在不久的将来,这一切皆可成为现实。

虚拟现实虽然在我们的生活中属于一种“高、新、尖”的科技产物,但是其起源与发展其实已有很长的时间,最早可以追溯到 20 世纪 50 年代。人类一直以来都在为了创造出想象中的场景而努力,比如绘画、动画以及电影等。1957 年,美国一位名叫莫顿·海利希的摄影师发明了名叫 Sensorama 的设备,他被普遍认为是 VR 设备的鼻祖。这个名为 Sensorama 的设备拥有庞大的体积,它的结构非常复杂,由震动座椅、立体声音响、大型显示器等部分组成,它具有三维显示功能及立体声效果,能够产生震动和风吹的感觉,甚至还会产生气味。但这个设备显示效果差,同时没有追踪功能,因此没有办法提供真正沉浸式的体验,但是尽管如此,它也已经具备了 VR 的雏形。图 1-1 所示为莫顿·海利希的 Sensorama 模拟设备。



图 1-1 莫顿·海利希的 Sensorama 模拟设备

20 世纪 60 年代末,年轻的计算机科学家伊凡·苏泽兰(Ivan Sutherland)在哈佛带领他的学生鲍勃·斯普鲁(Bob Sproull)设计出了第一款真正意义上的 VR 头盔。因为这款头盔跟踪用户视线的巨大机械臂必须悬挂在空中,所以它被戏称为“达摩克利斯之剑”,而这款超巨型头盔的第一款应用是一个悬浮在空中的立方体。以现在的眼光来看,这个设备很简陋,且互动性很不理想,因为唯一能和这台设备互动的手段,是双手操作的手柄。但是“达摩克利斯之剑”确实完成了虚拟画面生成、头部位置跟踪、虚拟环境互动以及模型生成等几个要素,因此我们普遍认为它是第一个虚拟现实的原型设备。但是,在那个电子设备都还未普及的年代,这样的新奇想法注定不会成为话题,因此,伊凡·苏泽兰和他的 VR 头盔并没有在那个时代造成大的影响。

由此可见,一个集技术与创意的消费级产品的开发与推广必须与当时的社会产业发展阶段相匹配。虚拟现实是一个集合了多种技术的综合性产品,只有当显示屏、处理器、显卡、跟踪器等多个元器件都达到了较高水准的时候才可能产生出可接受的产品,当时的硬件水平与这些要求相去甚远。当虚拟现实设备再次引起科技界广泛关注的时候已经到了 2012 年,而这些就是 Oculus 和创

造它的天才少年帕尔默·罗奇(Palmer Luckey)所带来的冲击。帕尔默·罗奇与 Oculus 引爆了整个虚拟现实产业,使其从科研走向了消费者。

Oculus 成立于 2012 年,当年 Oculus 登陆美国众筹网站 KickStarter,总共筹资近 250 万美元。Oculus 的第一款产品诞生于 2012 年,在国际消费电子产品展(Consumer Technology Association, CES)上又推出了第二版原型机 Crystal Cove。截至 2014 年共有超过 10 万个为电子游戏设计的头戴式显示器 Oculus Rift 的开发版交付至 130 个国家和地区的开发者的开发者。2014 年的 CES 大会上, Oculus 同时推出了全新的 Oculus Platform,开发者可以实现在虚拟旅游、医疗健康、影视娱乐、在线教育领域的各种虚拟现实的应用。

此外,很多行业的领头者也开始关注并进入虚拟现实领域。Facebook 在 2014 年 7 月宣布以 20 亿美元的价格收购 Oculus,被外界视为 Facebook 为未来买单的举措。在 Facebook 看来, Oculus 的技术开辟了全新的体验和可能性,不仅仅在游戏领域,还在生活、教育、医疗等诸多领域拥有广阔的想象空间。

2014 年 9 月初,三星宣布和 Oculus 合作推出虚拟现实头盔 Gear VR,该设备允许 Galaxy Note 4 用户将其手机直接连接到 Gear VR 头戴式设备。Oculus 希望在虚拟现实的软硬件领域构建一个全新的生态系统,等到消费版产品推出,消费者就可以直接体验到相对完备的内容。Oculus 希望移动和桌面虚拟现实可以形成互补,而非竞争。2015 年, Oculus 正式发布了消费者版 Rift 虚拟现实头显。这款设备于 2016 年初正式上市销售,上市时售价为 599 美元。虚拟现实尽管有巨大的机会,但仍然缺乏一个能够点燃市场的“杀手级应用”。

2018 年 1 月, Facebook 旗下的 VR 企业 Oculus 宣布,将在中国发布一款 VR 设备,合作伙伴为小米公司。Oculus 的此款设备被命名为 Mi VR,本质上与海外市场推出的 Oculus Go 并无区别,是一个独立的 VR 设备。Oculus Go 与 Mi VR 的主要区别是, MiVR 的软件将由小米提供,而 Oculus Go 的软件由 Facebook 提供。同时, Mi VR 和 Oculus Go 都搭载高通骁龙芯片。

虚拟现实技术有 4 个特征,即存在性、交互性、创造性与感知性。

(1) 存在性是指虚拟现实技术会根据人的心理特点和感官体验,通过计算机创造出逼真的环境,最终的效果是可以让用户戴上设备后就有身临其境的感受,甚至无法辨认真实世界与虚拟世界的区别。

(2) 交互性是指人与机器之间的自然交互, 用户最熟悉的与计算机之间的交互工具为鼠标与键盘, 而虚拟现实可借助头盔等工具根据使用者的五官感受及运动, 调整呈现出来的图像和声音。这种调整是实时的、同步的, 使用者可以根据自身的需求、自然技能和感官, 对虚拟环境中的事物进行操作。

(3) 虚拟现实的创造性体现在虚拟现实中的环境都不是真实存在的, 都是人为设计创造出来的, 但同时, 又是依据现实世界的物理运动定律而运动的。

(4) 虚拟现实的感知性即其具备了多感知性功能, 同时也可创造包括视觉、听觉、触觉等五官感受, 使得使用者在虚拟环境中获得多种感知, 仿佛身临其境一般。

图 1-2 为 2015 年底在微软全球总部, 沃尔沃汽车与微软展示 HoloLens 如何在未来利用混合现实为汽车服务的场景, 即 HoloLens 版的沃尔沃轿车展厅, 该展厅为消费者创造了定制体验的自由。

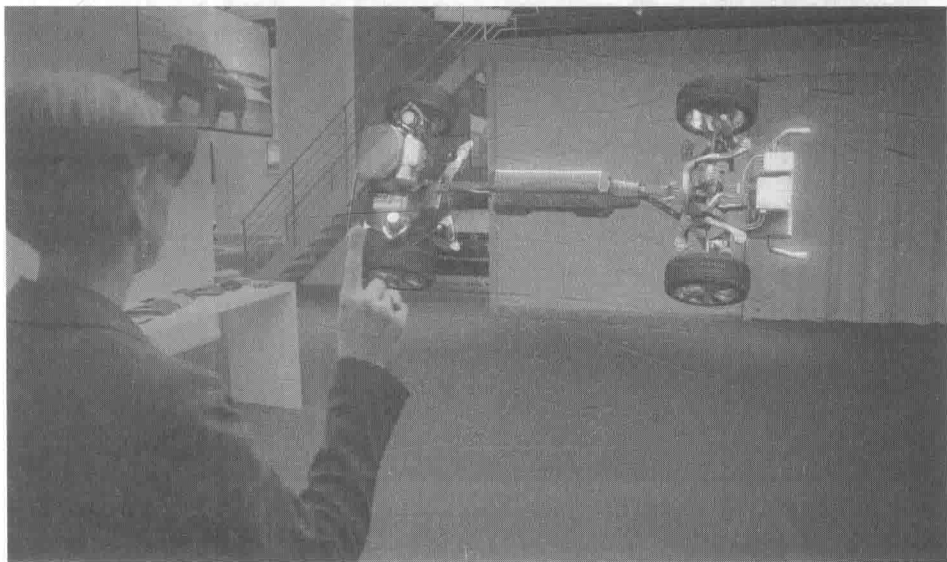


图 1-2 沃尔沃汽车与微软展示 HoloLens 如何在未来利用混合现实为汽车服务

从 2016 年开始, 虚拟现实在大众生活当中应用得越来越多。而普通用户接触最多、也最容易接受的包括以下几类。

1. VR 游戏

游戏是 VR 技术最先渗透的领域。因为游戏的初衷就是让玩家在一个非现实的环境中去扮演另一个角色,去经历现实生活所不能带来的体验。因此虚拟现实逼真的沉浸感对于游戏玩家而言简直是欲罢不能。在游戏当中,当玩家戴上 VR 头盔后,他们真的就变成了游戏中的角色,完全沉浸在这 360°的游戏世界中,并以玩家的视角去闯关。VR 技术让很多之前不可能完成的创意也变得简单易行。在 VR 的基础上,增强现实(Augmented Reality, AR)也为游戏产业带来了新的革命。

图 1-3 为 2016 年由任天堂、Pokemon、Niantic Labs 开发的游戏口袋妖怪(The Pokemon Go)的相关场景。口袋妖怪游戏即运用了增强现实的技术,在年轻人中掀起了一股热潮。



图 1-3 利用增强现实的知名游戏口袋妖怪(The Pokemon Go)

2. VR 旅游

旅游是另一个可很好应用虚拟现实技术的产业。当我们无法到一些景点去旅游时,我们可以戴上 VR 眼镜或头盔,来一场说走就走的旅行。周围的场景随你的心意说变就变,想去什么目的地只需要轻轻地动一下手指就可以直接选择。

图 1-4 为到此一游(JUSTBEHERE)网页的虚拟现实旅游场景截图,也是现阶段 VR 旅游较为常见的应用形式。JUSTBEHERE 是由上海云舞网络科技有限公司开发,结合虚拟现实全景视频、旅游资源整合、创新型旅游社交功能以及创新性旅行社团队管理功能的一站式旅游服务平台 APP。该平台具有虚拟现实全景视频,720° 真实场景还原,可允许用户自由选择观看视角,全景视频库覆盖全球,无死角感受目的地风景及人文风情。VR 旅游为我们的生活带来了更多可能性与新奇感。

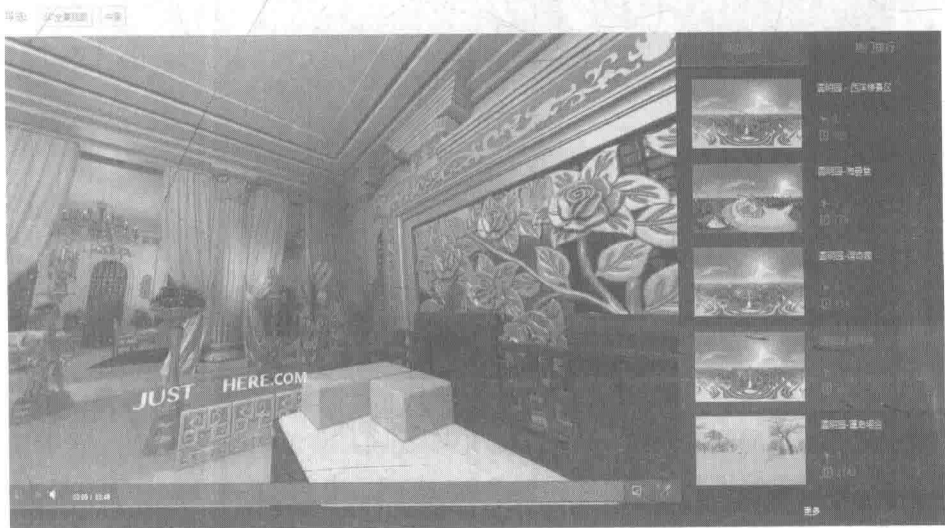


图 1-4 JUSTBEHERE 虚拟现实旅游网站

3. VR 影院

与 VR 影院相比,3D 电影在国内市场已经相当成熟。3D 电影和 VR 电影最主要的区别是交互性。但是虚拟影院在一些特殊的场所已有很好的应用。比如位于洛杉矶的好莱坞环球影城 Universal Studio 中的娱乐项目“变形金刚”,就带着大家体验了一把如置身电影中的感受。2017 年 6 月,全球第一家 VR 影院——国美旗下大中电器北京马甸店开业。这是一家集 VR 游戏、VR 观影于一体的交互式 VR 影院。在 VR 电影中,体验者不再只是观众,而是故事的参与者和创造者,可以站着、躺着、跑着观看电影。此外,VR 电影的开发解放了电影对场地的限制,只要有 VR 设备,电影空间就可以无限拓展,因此,现在我们可以商场中看到很多 VR 电影的贩卖。

图 1-5 即为商场中 VR 体验馆的蛋形椅，也是 VR 电影体验最常见的形式。



图 1-5 小空间的 VR 影院

4. VR 实验

实验一般需要借助特定的器材，而且需要特定的场所。借助虚拟现实高度的可控性与真实的用户体验效果，教师可以不受场地与实验设备的限制，开展崭新的概念学习、技能训练和协作学习模式。在虚拟技术的帮助下，学生可以开展新知识和专业技能的学习，还可以根据自己的需要、爱好和能力进行兴趣性实验、补偿式实验、验证性实验，从而实现真正的自主学习。此外，学生也可在虚拟的环境中实现角色扮演，从而全身心地融入虚拟学习环境，通过各种技能训练，提高实践能力。此外，由于虚拟的环境没有任何危险，学生可以安全、反复地训练，直到完全掌握。

图 1-6 中展示的是影视剧《神盾特工局》中科学家们进行实验的场景，现有的虚拟现实实验室虽然暂时无法做到像场景中一样裸眼 3D + 自然交互，但是依靠头显等设备，实验者已经可以利用虚拟现实内容进行大量实验。

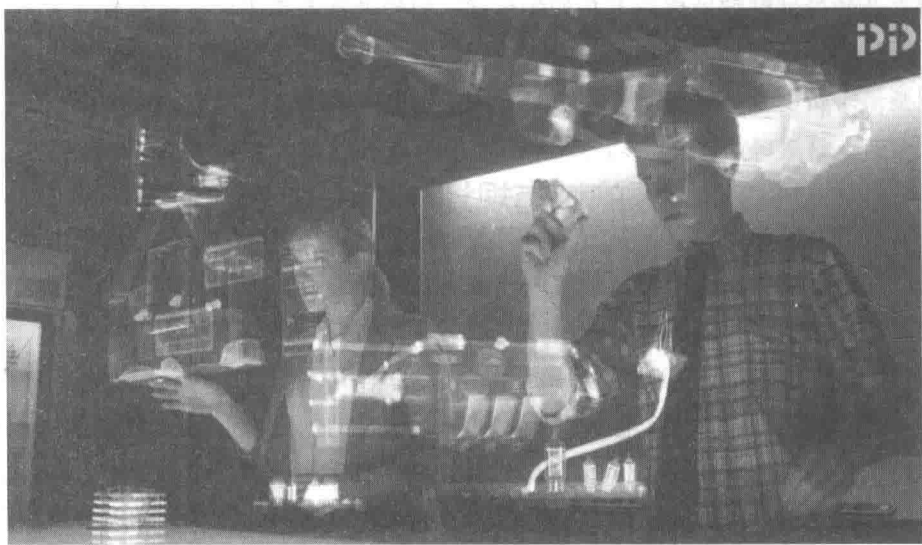


图 1-6 影视剧中的虚拟现实实验室场景

5. VR 社交

近两年, VR 的发展除了头显等硬件设备升级之外, 开始更加注重内容的输出, 虽然 VR 硬件还有很大发展空间, 但依旧明显感到了内容缺乏导致的销量阻力。随着微软宣布收购 AltspaceVR 后, Oculus 公司第四届年度开发者大会 (Oculus Connect 4, OC4) 中, FacebookSpaces 等 VR 社交平台再次引起大家关注。在 2017 年的虚幻引擎开发技术分享日 Unreal Open Day 上, 国内社交巨头腾讯也首次公开了旗下 VR 社交产品——Solar VR 的开发心得和展示。虽然距离 Solar VR 与大众正式见面还比较远, 但其以轻娱乐为核心、用户原创内容 (User Generated Content, UGC)、主打移动端的特性已经初现端倪。

FacebookSpaces VR 社交平台正因其出自名门, 因此也备受关注和期待。实际上, 这是一款卡通化虚拟社交平台, 虚拟场景中大家围绕在一起进行交流, VR 自拍、VR 直播等。与其他 VR 社交软件最大的不同是, SpacesVR 拥有丰富的虚拟人物设定选项, 包括发型、肤色、眼睛形状和颜色、鼻子、耳朵、眉毛等, 目的就只有一个, 让虚拟中的人物更接近现实中的人物。另外, 还可使用真实头像自动生成虚拟头像显示, 且虚拟人物旁还显示用户 Facebook 账户头像进一步确认身份。

其实, 除了以上这些普通用户平常就能接触到的内容, 虚拟现实也在一些

更专业的领域默默地影响着我们的生活，慢慢改变着人类的工作与生活方式。在户外空间的规划中，我们可应用虚拟现实工具进行更好的社区空间设计、大型赛事筹备以及设施的设计与仿真。

1.2 优秀的城市规划与设计的决定因素

随着城市的快速扩张，建筑以及城市规划与设计显得尤为重要。一个优秀的城市规划取决于以下三个方面。

1. 节约能源(Energy Conservation)

能量消耗是一个全球性的问题，且随着城市的扩展以及科技的发展，问题将越来越严峻。长期以来中国的城市大多走的是一条高增长、高消耗、高排放的粗放型发展道路。随着城市化进程的加快，大规模人口聚集到城市，巨大的城市基础设施和住宅需求，急剧增加了对能源的消耗，特别是对碳基资源的消耗。尽管目前的能源储备能满足当代城市发展的能源需求，但不可避免地成为影响和限制城市可持续发展的因素，城市“碳锁定”已经成为突出的现实问题。

首先，“高碳”型碳基能源成为制约中国城市可持续发展的重要因素，包括能源供给、能源结构及能源利用效率等。中国的煤炭储备占到全球的 33.8%，石油储量占全球的 4%，天然气储量占到全球的 2%，靠这些能源储备需要推动 21% 左右的全球人口的城市化进程。中国的总体能源利用效率在 33%，低于发达国家 10% 左右。在城市化进程中，“富煤贫油少气”的能源资源结构，毫无疑问导致了城市高碳排放；其次，中国快速的城市化和巨大能源需求，成为了阻碍城市可持续发展的重要障碍。在过去的三十多年中，中国城市总数翻了三番，城市化率的年增长率为 1%，城市在不断扩展，大量非农人口转移到城市，无疑城市能源消费会不断上涨。高碳基能源消费的增加必然对资源和环境产生巨大的压力。中国作为发展中国家，目前国家正处在高速城市化、工业化和市场化过程中，如何兼顾经济发展，又能缓解经济发展和资源消耗、环境污染之间的矛盾，国家正处于两难的境地。一方面毋庸置疑的是，能源的使用不可避免地带来高能耗、高污染、高排放。因为在化石能源开采、加工、处理、运输、交换、消费及各种再生产等过程中会产生多种污染物，对环境产生污染；另一方面，能源是产业发展的基础，经济的快速发展，需要大量的化石能源的支撑。低碳发展对提高环保水平具有一定促进作用，而低碳对环境保护的影响又是动