

# 沉浸式虚拟现实的发展概况及发展趋势<sup>①</sup>



刘崇进<sup>1</sup>, 吴应良<sup>2</sup>, 贺佐成<sup>1</sup>, 叶雯<sup>1</sup>, 张云霏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(广州番禺职业技术学院, 广州 511483)

<sup>2</sup>(华南理工大学, 广州 510641)

通讯作者: 刘崇进, E-mail: chongjin\_liu@163.com

**摘要:** 本文简述了沉浸式虚拟现实四个阶段的发展概况, 分析了沉浸式虚拟现实的优缺点, 探讨了沉浸式虚拟现实的发展趋势. 未来, 头显设备将会更加轻巧, 人机交互将会更加自然, 沉浸式虚拟现实将会在各行各业得到普遍的应用.

**关键词:** 沉浸式; 虚拟现实; 四个阶段; 发展概况; 发展趋势

引用格式: 刘崇进, 吴应良, 贺佐成, 叶雯, 张云霏. 沉浸式虚拟现实的发展概况及发展趋势. 计算机系统应用, 2019, 28(3): 18-27. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6732.html>

## Development Status of Immersive Virtual Reality and Its Development Trend

LIU Chong-Jin<sup>1</sup>, WU Ying-Liang<sup>2</sup>, HE Zuo-Cheng<sup>1</sup>, YE Wen<sup>1</sup>, ZHANG Yun-Fei<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Guangzhou Panyu Polytechnic, Guangzhou 511483, China)

<sup>2</sup>(South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** This paper describes the development status of immersive virtual reality (immersive VR) in the four periods, and analyzes its advantages and disadvantages. Furthermore, its development trend is discussed. In the future, the head-mounted display will be light weighted and comfortable, and the human-computer interaction will be more natural and convenient, and the immersive VR will be applied to lots of areas more generally.

**Key words:** immersive; virtual reality; four periods; development status; development trend

虚拟现实的英文名称是 Virtual Reality, 简写成 VR. 虚拟现实的概念来自于科幻小说, 加拿大科幻小说作者 Laurence Manning 在 1933 年出版了一系列的短篇科幻小说, 其中一篇科幻小说《醒来者》(The Man Who Awoke), 提出了虚拟生活 (virtual life) 的概念. 1962 年, Morton Heiling 设计发明了一台“仿真模拟器”, 该设备是人们从现实世界进入一个虚拟世界的首次尝试<sup>[1]</sup>. 随着计算机和虚拟现实技术的发展, 虚拟现实越来越类似于现实的世界.

虚拟现实又分为非沉浸式虚拟现实 (non-immersive VR) 和沉浸式虚拟现实 (immersive VR) 的技术<sup>[2]</sup>. 非沉

浸式虚拟现实也称为桌面式 (窗口式) 虚拟现实, 是借助于计算机和其鼠标、键盘、话筒等外围设备, 通过三维制图软件在屏幕生成的窗口式虚拟环境, 或者通过摄影技术获得的实际图像加上计算机处理生成的虚拟环境<sup>[3]</sup>. 沉浸式虚拟现实是利用图形系统和各种控制接口设备, 在计算机上生成可交互和具有沉浸感觉的现实世界的模拟仿真, 也就是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界, 给使用者在虚拟环境中提供关于视觉、听觉、触觉等感官的现实世界模拟.

沉浸式虚拟现实比非沉浸式虚拟现实更有吸引力, 其沉浸特征要求用户戴上 VR 头盔 (也叫头戴显示设

① 基金项目: 2017 年广州市哲学社会科学“十三五”规划课题 (2017GZMZGJ29); 2017 年广东省高等学校教育研究会课题 (2017SZY079)

Foundation item: Fund for Year 2017, Philosophic Social Science of Thirteenth Five-Year Plan, Guangzhou Municipality (2017GZMZGJ29); Fund for Year 2017, Higher Education Research Association of Guangdong Province (2017SZY079)

收稿时间: 2018-05-25; 修改时间: 2018-07-12, 2018-08-10; 采用时间: 2018-08-21; csa 在线出版时间: 2019-02-22

备或头显设备“Head-Mounted Display, HMD”),几乎与现实世界隔绝,才能进入洞穴状自动虚拟环境(the Cave Automatic Virtual Environments, CAVE)<sup>[2]</sup>,用户在这个虚拟环境中,感受到三维空间的大小、周围材料的质感和声音的回响,能以比较自然的方式与虚拟对象(物体)实时交互,仿佛沉浸在真实的环境中.沉浸式虚拟现实技术被称为沉浸式多媒体,也被誉为终极的多媒体<sup>[4]</sup>.现在所讲的虚拟现实,一般是指沉浸式虚拟现实.近年来,沉浸式虚拟现实技术在工业仿真、房地产销售、旅游推广、军事训练和教育培训等领域得了广泛的应用.

## 1 虚拟现实的发展概况

虚拟现实的概念最早是在科幻小说中出现,随着计算机的发展,虚拟现实技术获得了很大发展,实用的虚拟现实设备也生产出来了.虚拟现实技术发展到现在,经历了四个发展阶段:虚拟现实概念的形成,虚拟现实商业化的推广尝试,虚拟现实商业化的成功推广,虚拟现实相关市场的高速增长.

### 1.1 虚拟现实发展的第一阶段(1933–1990):虚拟现实概念的形成

1933年,Laurence Manning在一短篇小说首次提出了虚拟生活(virtual life)的概念.1935年,Stanley G. Weinbaum在出版的短篇故事《皮格马利翁的眼镜》(Pygmalion's Spectacles)里,描述了“基于虚拟现实系统的眼镜”,该眼镜能够保存记录气味和触摸等虚构生活经验的全部信息<sup>[1]</sup>,提出了虚拟生活和虚拟环境等的概念.1946年,电子管计算机被发明出来,并获得了越来越广泛的应用;1956年,全息照相技术被发明出来,光照射在物体上,散射后通过特定装置记录该物体的全部信息,在重构该物体的图像时,能显示该物体的立体图像,就像声带记录人的声波一样<sup>[5]</sup>,这些技术为虚拟现实的实现提供了基本的条件.

Morton Heiling 是美国的摄影师,被认为是虚拟现实的先驱,在1957年设计了“仿真模拟器”,起名为“Sensorama”,在1962年申请了专利.图1是“Sensorama”仿真模拟器的图片,该设备体型巨大,采用了3D显示和立体声的技术,通过三面显示屏为用户展现空间感.该设备还包含气味发生器和一个配合影片振动的座椅.用户坐在椅子上,将头部探进设备内部观看影片时,能看到立体图像,可体验到影片出现振动和某些气味情节的感觉.该设备是人们从现实世界进入一个虚拟世

界的首次尝试,走在了科技的前沿,震惊了世界<sup>[1]</sup>.该设备体积巨大,造价昂贵,图像逼真度和沉浸性差,也没有交流互动的特性,相应的电影影片又少,这个轰动一时的尝试失败了.



图1 “Sensorama”仿真模拟器

Ivan E. Sutherland 是图灵奖获得者,是公认的计算机图形学之父和虚拟现实(VR)之父.1965年,Sutherland在《终极的显示》(The Ultimate Display)论文中写到“计算机屏幕是一个窗口,通过这个窗口,人们可以看到虚拟世界”<sup>[1]</sup>,首次提出了“人机交互”的虚拟现实思想,该思想被称为“VR技术史上的里程碑”.Sutherland从1965年开始担任哈佛大学电子工程系的副教授,并为“终极的显示”的思想变为现实而努力工作,1968年终于在麻省理工学院的林肯实验室发明了世界上第一台原型头显设备,起名为“The Sword of Damocles”(达摩克利斯之剑),如图2所示.该头显设备设计复杂,重量很大,需要机械臂吊住才可使用,其中包括一个手枪形状的控制棒,该控制棒能与虚拟环境互动.该头显设备具备了交互性,这是历史性的突破.这个头显设备具有计算机生成模型和图像、立体显示、头部位置追踪以及与虚拟环境互动的功能,是世界上第一个VR原型设备.由于当时科学技术的局限性,该头显设备体积沉重庞大,操作复杂,图像逼真度不令人满意,其沉浸性比较差,没有展现出应有的价值,静静地尘封在实验室里.

20世纪70年代,NASA(美国航天航空局)在VR领域开展了研究和尝试,经过一段时间的研究,起名为“VIVED VR”的VR头显设备在航天领域中投入使用.“VIVED VR”头显设备与现在的VR头盔非常相似,主要通过虚拟环境来训练宇航员的临场感,使得宇航员更好地适应太空作业.到了20世纪80年代,计算机技

术获得了很大的发展和普及,越来越多的人投入到VR技术的研究之中。1984年, Jaron Lanier 在美国创办了VPL Research公司, 1989年推出了面向市场的第一台VR头盔—EyePhone头盔和数据手套, 如图3所示, 这是现代意义的沉浸式虚拟现实的VR套件。用EyePhone VR套件漫游, 体验虚拟环境, 能感觉出沉浸性、构想性和交互性。沉浸性和构想性让人更加具有吸引力, 但受到当时计算机技术和传感器技术等科学技术的限制, 该VR套件昂贵(大约10万美元), 而且图像的逼真性难于令人满意, 图像的显示与交互的动作滞后, 容易使人疲倦和头晕, 该VR套件销售不佳, 没有普及, VPL Research公司在1990年也破产了。



图2 “The Sword of Damocles”原型头显设备



图3 EyePhone VR头盔和数据手套

Jaron Lanier 在研发 EyePhone VR 套件的过程中, 发展了沉浸式虚拟现实技术, 他在1989年介绍自己公司的产品时最早使用“Virtual Reality—VR”一词。在1990年, 以麻省理工学院为中心, 世界上对虚拟现实感兴趣的人和研究者聚集在一起, 召开了圣巴巴拉会议, 把不同称谓的沉浸式虚拟现实统称为“Virtual Reality—VR”<sup>[4]</sup>, 下面把“沉浸式虚拟现实”简称为“虚拟现实”。“Virtual Reality”(虚拟现实)得到业界的广泛采用, 成为这一学科的专用名称。Jaron Lanier 也被称为“虚拟现实之父”<sup>[6]</sup>, 实为“沉浸式虚拟现实之父”, 在2010年被美国“时代”杂志评为100个最有影响的人物之一。

## 1.2 虚拟现实发展的第二阶段(1990–2011): 虚拟现实商业化的推广尝试

随着光学工程技术、传感器技术、计算机技术和网络技术等技术的发展, 虚拟现实获得了很大的发展, 也定义了清晰的沉浸式虚拟现实的概念。1993年, G. Burdea 和 Coiffet Philip 在本年度的世界电子年会上发表了论文“Virtual Reality System and Application”(虚拟现实系统和应用), 指出沉浸式虚拟现实具有沉浸性(Immersion)、交互性(Interaction)和想象性(Imagination), 即3I特性<sup>[7]</sup>, 是沉浸式VR的标志特性。虚拟现实的沉浸性是指用户戴上VR头盔(头显设备), 置身于虚拟环境中, 就像在真实的客观世界中一样, 能给人一种身临其境的感觉, 有的称为临场感。虚拟现实的交互性是指用户能以比较自然的方式在虚拟空间里与虚拟对象互动交流, 实现相应的动作和功能。虚拟现实的想象性是指人们在虚拟环境中对现实世界中的环境发挥想象, 并进行创造性的模拟, 能拓展人类的认知范围和可想像的空间。从20世纪90年代到21世纪初, 一些公司开发了VR套件, 在游戏业的应用越来越多。

1995年7月, 日本的任天堂公司(Nintendo)推出了一套虚拟现实的家用游戏机, 如图4所示, 这是对外发布的第一套32位游戏机。Virtual Boy游戏机采用了一块32位处理器, 同时集成了高性能的显示器, 该显示器由两块模仿人眼视角的屏幕构成, 可以有效地将2D游戏画面形成一定的3D效果。Virtual Boy推出时, 确实受到了一些游戏爱好者的认同, 但由于显示器的画面单调、体验后恶心头晕等问题, 没有得到多数人的认同, 在日本市场只维持了5个月, 在美国市场坚持不到一年就结束了。Virtual Boy商业化失败的主要原因是: 3D图像显示不佳、价格昂贵、游戏内容很少以及游戏体验不好<sup>[1]</sup>。

2000年, 美国SEOS公司发布了虚拟现实产品SEOS HDM 120/40, 这是沉浸式头显设备, 视场角能达到120度, 重量为1.13千克, 该产品被用在美国军方战斗飞行员的训练器材中。SEOS公司还为美国飞行训练器材设计了一些VR作品, 为飞行员配合头显设备进行训练。但该头显设备因同样的问题, 以及售价和专业要求太高而无法实现商业化<sup>[7]</sup>。

在这一时期, 光学工程技术、传感器技术、计算机技术, 计算机图形学和图像识别技术等尚处于高速发展的早期, 虚拟现实的产业链还不完善, 再加上虚拟



现实设备成像质量不高等缺陷,除了少数游戏爱好者使用这些 VR 头显设备外,虚拟现实的推广和商业化尝试没有得到普通消费者的积极响应.但是,一些企业和研究机构一直在发展虚拟现实的技术,包含非沉浸式和沉浸式虚拟现实技术,改进虚拟现实设备,并不停地进行虚拟现实商业化的推广尝试.



图4 Virtual Boy 产品

### 1.3 虚拟现实发展的第三阶段 (2012–2016): 虚拟现实商业化的成功推广

随着科学技术的发展,虚拟现实技术在不断完善,VR 装置的价格下降了很多,VR 也获得了很大的发展和推广.美国的 Oculus VR 公司在 2012 年 6 月展示了虚拟现实的 VR 套件,如图 5 所示,该套件是 Oculus Rift 原型机,是针对电子游戏而设计的头显设备.



图5 Oculus Rift 原型机的图片

Oculus Rift 原型机具有比较广的视场角、图像延迟比较低,其沉浸感比较强,体验感比较满意,基本上消除了恶心头晕的感觉,其价格也比较合理,受到了一些科技工作者和企业家的高度关注和支持.在 2012 年 8 月登陆到众筹网站 Kickstarter,一个月内募集到近 250 万美元,一些风投公司也给予了巨大支持<sup>[8]</sup>.

2014 年 3 月, Facebook 创始人扎克伯格体验过 Oculus Rift 后,坚定地认为其代表下一代的计算机平台,用 20 亿美元收购了 Oculus Rift VR 公司,该收购案例成为了 VR 相关市场高速发展的导火线<sup>[8]</sup>. 2015 年 11 月,韩国三星公司与 Oculus Rift VR 公司合作,推出了基于智能手机虚拟现实的头显设备 Gear VR,三星智能手机插入该头显设备,感知设备自动弹出 Oculus 菜单,就可以体验虚拟现实的作品或者观看 3D 电影,尽管沉浸感和图像清晰度不令人满意,但开始了移动虚拟现实的先例.

台湾公司 HTC 和美国公司 Valve 游戏公司合作,在 2015 年 2 月,推出了 HTC Vive VR 套装,如图 6 所示, A 是 VR 头盔, B 是红外激光定位灯塔, C 是手柄控制器. HTC Vive VR 套装与 Oculus Rift 的相比,主要不同之处就是在设定区域具有用户的位置和姿态的空间定位能力,这是通过红外激光定位灯塔、手柄控制器与 VR 头盔联合工作而实现的. HTC Vive VR 套装浏览虚拟作品更真实,其交互性更好,而且操作简单,该 VR 套装在我国的应用比较多.根据我们的体验,如图 7 所示, HTC Vive VR 基本上克服了图像显示与交互动作滞后的缺陷,没有发生恶心头晕的现象,即没有晕动症,沉浸感和 3D 图像清晰度也基本上满意.



图6 HTC Vive VR 套装

2016 年 3 月,著名的日本索尼公司 (SONY) 宣布推出 PlayStation VR 套件,同年 10 月份,以比较低廉的价格开始销售. PlayStation VR 与 HTC Vive 和 Oculus Rift VR 套件相比,硬件上没有优势,比如,屏幕分辨率没有它们的高,但其价格比它们便宜. PlayStation VR 不是最好的虚拟现实设备,却把虚拟现实带入了日常消费者的生活中<sup>[8]</sup>.

HTC Vive、Oculus Rift 和 PlayStation VR 是全球最大的、质量一流的虚拟现实产品, 这些产品与网络技术相结合, 形成分布式虚拟现实系统 (DVR: Distributed Virtual Reality). 分布式虚拟现实系统是基于网络的虚拟环境, 位于不同物理位置的多个用户将各自独立的虚拟现实系统通过网络相连接, 或者多个用户同时加入一个虚拟现实环境, 通过计算机与其他用户进行交互, 共享信息和资源, 或者协作完成任务。



图7 作者体验图

谷歌公司 (Google) 在 2014 年 5 月推出了廉价的纸板式头显设备 (Cardboard), 属于简易的移动头显设备, 智能手机插入该头显, 就可以观看 3D 电影等。尽管 Cardboard 的 3D 图像和沉浸感不令人满意, 但该头显设备由于价廉, 是大众化的产品, 到 2016 年 1 月, 卖出了 500 万部 Cardboard。谷歌公司一方面不断改进 Cardboard, 另一方面努力开发 VR 新产品, 并在 2016 年 1 月正式成立了一个专门的 VR 部门, 谷歌公司管理副总裁管理, 这显示了谷歌公司对 VR 的重视。

Oculus Rift VR 公司宣布在 2016 年 1 月开始预订日常消费者的版本, HTC Vive 和 PlayStation 在 2016 年上半年也宣布预订日常消费者的版本, 并取得了可喜的成绩, 虚拟现实商业化的推广获得了成功。在 2016 年十大科技趋势的调查中, 虚拟现实位居榜首, 故 2016 年被业界普遍认为是“虚拟现实元年”(VR 元年)<sup>[1]</sup>。

#### 1.4 虚拟现实发展的第四阶段 (2016—现在): 虚拟现实相关市场的高速增长

到 2016 年, 沉浸式虚拟现实在世界上获得了普遍重视, 国外和国内的很多著名公司都投资了 VR 行业<sup>[4]</sup>。除了虚拟现实头显设备公司外, 计算芯片和显示芯片公司、内容制作公司 and 应用系统开发软件公司等都对

虚拟现实产生了极大的兴趣, 并积极投资。一些公司还推出了全景相机和全景摄影机, 让全景的拍摄更容易。围绕虚拟现实, 一条产业链正在被建立起来, 全球与虚拟现实有关的公司被涌现出来了, 而我国到 2017 年底也出现了多家与虚拟现实有关的公司。

沉浸式 VR 专家在开发作品时能充分发挥自己的想象力和创造力, 利用计算机图形学和全景照相等技术, 集成各种资源, 开发出梦幻般的作品。用户在虚拟空间能够以比较自然的方式与虚拟物体实时交互, 也可以发挥自己的想象力, 根据自己的思路探索整个虚拟环境, 选择自己想体验的内容; 另一方面, 用户在虚拟空间犹如在现实世界一样, 观看 VR 作品的时间又不受限制, 可以随时播放或暂停, 切换到其他的 VR 作品, 可从不同角度长时间浏览虚拟作品, 以便满足自己的好奇心里和求知欲望, 虚拟现实已经在游戏娱乐和教育培训中获得了广泛的应用。因此, 虚拟现实被誉为终极的多媒体, 是下一代计算机平台<sup>[8,9]</sup>。

虚拟现实在各行各业的应用实践被广泛地展开, 体验内容和应用场景在不断丰富。不少大学和科研单位参与到虚拟现实作品的开发和应用, 或者利用虚拟现实技术进行线上或线下的辅助教学; 一些医院利用虚拟现实技术对特定病人, 如抑郁病等精神方面的患者, 进行康复治疗等应用<sup>[10]</sup>。现在, 虚拟现实技术在城市规划、室内设计、工业仿真、古迹复原、桥梁道路设计、房地产销售、旅游推广、航空航天、军事训练和教育培训等众多领域得了广泛的应用<sup>[1,8,9]</sup>。虚拟现实的生态链正在被建立, 虚拟现实的相关市场正在高速增长。

## 2 虚拟现实的主要优缺点

虚拟现实模拟的虚拟空间犹如身临其境, 逼真的视觉和听觉感受让使用者不自觉地认为自己进入到真实世界; 虚拟现实可利用计算机图像建模技术、全景拍摄技术和相关软件等能整合丰富的 VR 资源, 或创建丰富的 VR 作品, 具有众多的优点。虚拟现实技术目前依然处于走向成熟的阶段, 还在发展一些关键技术, 而且使用者需要戴上头盔, 透过目镜才能在虚拟空间漫游、浏览虚拟物体和作品, 几乎与真实的外界隔绝, 无疑存在一些缺点。

### 2.1 虚拟现实的主要优点

沉浸式虚拟现实 (VR) 的主要硬件是头显设备, 或



者说头盔. 头盔里主要有显示 3D 图像的显示屏、产生立体感的光学器件、形成沉浸感的目镜以及产生交互作用的传感器和相应的器件. 目镜的主要作用是放大视场角和放远视场, 用户透过目镜后的屏幕成像才能沉浸在虚拟现实的环境中, 漫游体验时才能形成身临其境的感觉(临场感或沉浸性). 现在, 用户戴上由人体工学设计的高质量头盔, 感觉还算舒服<sup>[4]</sup>; 进入虚拟空间后, 还能以比较自然的方式与虚拟对象实时交互, 完成相应的动作或功能, 仿佛沉浸在真实世界的环境中, 具有强烈的吸引力.

VR 的一大优势就是利用计算机图像建模技术, 能够创造梦幻般的 VR 作品, 能打破时间和空间的局限性, 构建真实世界中是几乎不能完成的、或者在现实生活中没有的、或者成本较高的和难以构建的现实场景. 例如, VR 游戏《无界术士》, 玩家将命运掌握在自己手中, 变成一名强大的无界术士, 在这个魔幻世界中尽情施展魔法, 摧毁敌人! 又例如, VR 科幻电影《ABE VR》, 是 2016 年 6 月推出的全球首部限制级虚拟现实的电影, 限制 15 岁以上的群体观看, 在这个故事中, 观众跟随一个机器人去寻找人类无条件的爱, 最后却走向了可怕和扭曲的机器人血腥屠杀的场面.

VR 的另一大优势就是利用全景拍摄技术拍摄真实的场景, 再利用计算机图像建模技术、和虚拟现实系统开发软件(如 Unity 3D 和 Unreal Engine 等)协同工作, 创建内容丰富的 VR 作品, 或开发各行各业逼真的模拟仿真软件. 例如, VR 应用于医学领域, 在动物实验和尸体解剖等进行虚拟现实的教学培训时, 其逼真的情境就和真实世界的动物实验和尸体解剖的一样, 使用户在系统中获得近似于真实实验的操作体会, 该技术的使用可以节约大量的试验设备, 样本如试验动物、组织等, 一次性投入使用, 重复利用率高, 学生和教师等用户都可以进行操作、测试、分析以及研究, 这种 VR 模拟仿真软件同样能提高用户的动手能力<sup>[11]</sup>.

VR 在教育培训中具有不少优点, 虚拟现实的教学能使学习者在内容丰富的虚拟学习环境中磨合(hone)自己的知识、创造力和分析问题讲解问题的技能, 能充分发挥自己的特长, 自主地学习训练, 而且还能自由地一遍又一遍地重复学习训练, 为教育培训提供了处理现实世界问题的比较好的解决方案<sup>[12]</sup>. 虚拟现实的教学使学生在个性化的学习过程中, 激发强烈的学习积极性和主动性, 对学业精益求精, 能发展分析问题和

解决问题的能力, 有效地培养学生的工匠精神<sup>[13]</sup>. VR 采用传感手套等比较自然的交互方式, 学习者几乎全身心地漫游在教育培训的虚拟空间中, 能调动受教育者全部感觉器官, 逼真的视觉和听觉感受使体验者不自觉地认为自己进入到真实世界, 这种教学模式是一种体验式的教学, 由体验得来的知识并非老师们的经验传授, 而是学习者自身感知得来的, 这种体验式的学习更容易形成长时间的记忆<sup>[14]</sup>.

VR 在宣传推广中的应用具有现代媒体无法比拟的优点, 采用全景照相机摄影等 VR 技术制作宣传推广的作品: 商业销售推广、校园虚拟仿真、报道重大事件、战地新闻、体育新闻、奥运会比赛、博物馆和旅游等虚拟体验, 观众好像在现场“亲眼目睹”. 例如, 日本东京一家百货公司的厨房用品出售部设计了一个简易的虚拟现实系统, 售货员向该系统输入顾客住宅里的厨房尺寸, 顾客戴上 VR 头显和数据手套后, 就会发现自己置身于一间和自家厨房一样大小的房间里, 橱柜门可以打开, 水龙头可以出水, 这个虚拟环境中的炊具和摆设也可以随意移动, 每一件东西可按照自己的意思摆设, 顾客完成了炊具和摆设的选择后, 售货员就命令系统记录这些选择, 然后由百货公司将这些记录的东西运过去, 并根据顾客的设计, 负责装修一个新厨房<sup>[15]</sup>. 虚拟现实技术在这个商业销售推广的应用中, 用户能对展示商品的全面理解, 吸引客户的兴趣, 增强用户购买相应产品和服务的欲望.

VR 在工业产品设计和开发工程中已经显示了优点, 能获得与真实工件相同的模拟仿真的效果, 使抽象的概念具体化, 可提高生产效率和降低成本, 与传统的设计和开发相比, 能节省大量的人力和物力, 增强本企业的竞争力<sup>[9]</sup>. 例如, 波音公司设计 777 号运输机的时候, 主要运用了虚拟现实的传感技术和图形处理技术, 把设计模板投射在真实的工作台上, 简化零件和飞机的建造过程. 波音公司通过虚拟现实的设计和开发, 与传统的设计和开发相比, 节省了大量的人力和物力, 增强了本企业的竞争力.

VR 在通讯社交中的应用也已经显示了优点, 如具有逼真的立体感, 可将远距离的社交变成一种面对面的沟通<sup>[8]</sup>. 该技术在通讯社交中的应用是指分布式虚拟现实系统(DVR)的应用, 不同地理位置的多个用户通过网络相连接, 在虚拟环境中交流互动, 或者共享信息和资源, 协作完成任务, 例如, VR 已经应用于远程教育

场景中,在线学习者和在线教师交流互动,有利于营造逼真的学习氛围,促进学习者进步<sup>[1]</sup>。移动VR(如Google Cardboard和三星Gear VR)尽管成像质量不佳,但具有任何时候和任何地方(anytime, anywhere)体验3D的优点,现在依然有不少的用户。

利用VR技术开发的虚拟仿真软件特别适合那些具有较强的灾害性和危险性的,或者解决资源紧缺的,或者在现实生活难以构建的场景,如医疗、灾害危险场景、历史场景、跨国场景、特殊教育、航空航天、军事演习、宇宙与海洋等场景,能节省大量资金、人力和物力。例如,Michael J. Amirian等研究了一组学生参加虚拟仿真的外科缝合技术的培训,并与真实实验培训的另一组相比较,结果发现这两组学生掌握的技术没有多少不同,证实了虚拟现实的仿真培训的有效性<sup>[16]</sup>,而且节省资源资金。

虚拟现实设备与具有一定功能设备的配合使用,或者通过网络配合使用,在航天航空、军事、应急等培训方面具有广阔的应用,并能大大地降低成本。例如,美国在高速专用网上开展了对于军事综合训练场的研究,创建了一个覆盖了500×750公里的大范围,能够让海陆空三大兵种的3700个仿真实体共同参与到虚拟的演练环境之中,三大兵种在一起进行了非常逼真的协同作战演练,完成战斗任务。

## 2.2 虚拟现实的主要缺点

虚拟现实技术(VR)对硬件设备的要求比较高,在体验过程中,设备的好坏直接关系到沉浸式体验的效果。目前沉浸式VR还处于不成熟的阶段,一些关键技术正在研究、改进和完善,比如高清晰的全景三维显示技术和比较自然的交互方式等,相关的硬件设备存在使用不方便、效果不理想的情况,难以达到虚拟现实系统所需的要求,影响了用户体验的兴趣;虚拟现实的设备(运行速度快、图像质量显示高的计算机和VR套件)的价格依然比较贵,需要大量资金支持。

用户体验VR作品时,需要戴上头盔,几乎与真实的外界隔绝,透过目镜才能在虚拟空间漫游体验、浏览虚拟物体和作品,使用者在这种环境中漫游体验,眼睛容易疲劳,时间久了感觉晕眩和头痛等负面影响,主要原因是屏幕成像与用户交互作用的滞后、通过目镜观看3D图像与真实图像的差距、以及戴上头盔的不舒适度等引起的。在虚拟环境漫游体验久了,还可能分不清真实世界和虚拟世界的物体;如果是儿童戴上

VR头盔,还有可能伤害他们的视觉系统,故美国Oculus Rift和韩国三星Gear VR建议13岁以上的少年使用,而PlayStation VR和HTC Vive等厂家禁止12岁以下的儿童使用<sup>[7]</sup>。用户体验VR作品时的必备条件是要戴上VR头盔,产生这些缺陷是难于避免的,但这些VR缺陷可以通过立法限制或缩短漫游体验的时间来克服。

目前相关的VR软件比较多,这些软件的语言专业性比较强,通用性和易用性比较差,相关模型构建工作比较复杂,普遍存在建模工作量大,系统平台的应用软件的开发需要大量的精力和花费,开发成本昂贵;VR专业人员还比较少,VR作品和VR仿真的应用软件还比较少,VR资源比较少;VR应用软件和作品所能实现的范围受到限制,不同产商生产的VR产品的标准还不一样,开发出来的VR应用软件和VR作品还不能通用。

目前,VR在教育培训的应用层面还存在缺点。一些教师特别是年龄比较大的教师的教学方式难于改变,乐于采用传统的教学方式,他们如果应用VR新型教学模式,感觉不舒适,这种新型教学模式难以起到积极的作用。实践表明,任何对VR具有负面看法的人,戴上了高质量的VR头显设备(目前指HTC Vive、Oculus Rift和PlayStation VR(PS VR))进行体验后,每个人都发生了改变,成为了VR的积极支持者<sup>[4]</sup>,这些教师通过体验,或者需要通过一定时间的培训,无疑会适应这种新型的虚拟现实教学工具。

## 3 虚拟现实的发展趋势

虚拟现实技术经过近几年的快速发展,各方面性能逐步完善,应用前景十分广阔,但远没有大众化。在未来,虚拟现实技术的设备及服务需要进一步发展完善,能营造智能化和实用型虚拟现实的应用环境,减少技术使用层面的困难,开发更多的内容丰富的VR作品或虚拟仿真应用软件,使虚拟现实技术获得更加普遍的推广和应用。

### 3.1 虚拟现实硬件的发展趋势

虚拟现实的硬件除了计算机外,主要硬件是头盔。头盔由显示屏、光学器件、目镜以及传感器和相应的器件组成。显示屏用来显示3D图像,光学器件用来产生立体感,目镜用来形成沉浸感,传感器和相关的器件用来产生交互作用。目前,虚拟现实技术还不完善,首先是沉浸式的三维图像显示的质量不高,还不能达到以假乱真的程度,其次是虚拟现实的交互方式还不能令



人满意,还没有以比较自然的方式与虚拟对象进行交互.在一段比较长的时间内,VR公司需要研发和提供高质量的VR头显设备.

### 3.1.1 进一步提高虚拟现实三维图像的显示质量

沉浸式虚拟现实三维图像的显示质量除了与计算机的显卡等有关外,主要与头盔中显示屏(液晶板)有关.现在,高质量的计算机显卡已经符合要求.今后,提高三维图像的显示质量,就是制造高质量的液晶板,尽可能地提高其分辨率和刷新率.令人欣慰的是,一些液晶板厂家正在研发新型液晶板,以便显示高质量的三维图像,例如,韩国的三星公司正在加大力度,做这方面的工作<sup>[4]</sup>.

### 3.1.2 在虚拟现实尽可能以比较自然的方式进行交互

目前,虚拟现实的交互方式采用眼睛转动跟踪识别、动作识别和语音识别等人工智能(AI)技术,实现与虚拟对象互动,这使鼠标和键盘的交互方式或触摸的交互方式变为多余<sup>[5]</sup>.这种交互方式被称为人机交互的新革命<sup>[7]</sup>,也被称为人机交互史上的第三次革命,第一次为键盘和鼠标与计算机的人机交互方式,第二次为触摸的人机交互方式.为了在虚拟空间的交互感受与在现实世界的类似,必需具备简单实用的多感知交互手段,而目前的交互手段还达不到这个要求.因此,VR公司还需要研发包含传感技术和人工智能的多感知设备,该感知设备能在虚拟环境以比较自然的方式和虚拟对象进行交互作用,同样令人欣慰的是,一些VR公司在开发这种高技术的感知设备,例如,日本的SORRY正在研发这种设备<sup>[4]</sup>.不久的将来,交互方式更加自然的感知设备会研发出来.

### 3.1.3 虚拟现实头盔进一步轻巧化和舒适化

虚拟现实技术必需使用目镜放大视角和放远视场,用户透过目镜后的屏幕成像才能沉浸在虚拟现实的环境中.现在,用户在虚拟空间漫游体验的时间久了,眼睛依然容易疲劳,感觉晕眩和头痛等负面影响.但是,随着科学技术的发展,未来采用高质量的屏幕,成像质量更高和显像时间更快;再采用新型光学材料制成的目镜,能进一步减小体积和重量.根据人体工学设计的头盔将会进一步轻巧,更加舒适,晕眩和头痛的负面影响将会进一步减少.

## 3.2 虚拟现实应用的发展趋势

虚拟现实的应用从应用的方式看,包含四个方面:虚拟现实(包括VR套件、计算机和相应的软件等)的

直接应用,虚拟现实在网络中的应用,虚拟现实和特定功能设备的配合应用,在网络中虚拟现实和特定功能设备的配合应用.

### 3.2.1 虚拟现实的直接应用

虚拟现实的直接应用是指计算机运行虚拟仿真软件或VR作品,用户戴上头盔,在虚拟环境漫游,或完成相应的任务,例如,前面所述的虚拟现实在教育培训中的应用,以及观看VR电影、商业销售推广、校园虚拟仿真、报道新闻等方面的应用.

人工智能(AI)已经在虚拟现实的作品中得到了应用,例如,日本开发的“夏日课堂”VR作品,用户在学习时与作品中女孩的人性化的互动,就应用的人工智能<sup>[4]</sup>.今后,虚拟现实产品将会应用更多的人工智能技术.人工智能应用于虚拟仿真软件,使仿真软件更加客观实际;人工智能应用于VR作品,使VR作品更加理性动人.

虚拟现实在教育培训中会获得更加普遍的应用.它与教育教学的深度融合将进一步推进教育教学的改革和发展,对于提高教育技术水平、改善教学环境、丰富教学资源具有重要作用.虚拟现实应用于教育领域,能优化教学过程,培养学生的个性化特征,使学生成为具有职业精神的创新型人才.例如,广州番禺职业学院在VR实训室的教学模式和教学方法的教学改革和实践中指出,VR教育培训平台适合于个性化教学模式,学生在个性化的学习过程中激发了强烈的学习积极性和主动性,对学业精益求精,发展了分析问题和解决问题的能力,有效地发展了自己的工匠精神<sup>[13]</sup>.

近期内,开发VR作品或虚拟仿真的系统软件的界面会变得更友好,功能变得更强大,这些系统软件能充分利用各种VR资源,比较容易地开发出满意的VR仿真软件或VR作品,能减少开发者的时间和精力,开发VR产品的成本会降下来.现在,一些公司正在做这方面的工作,例如,Unity 3D和Unreal Engine等开始是用来开发游戏的,随着版本的不断升级,界面越来越友好,功能不断增多,现在与其他开发3D的系统软件相结合,使开发VR仿真应用软件或VR作品更加容易,开发的内容更加丰富.因此,各相关方面的虚拟仿真应用软件和VR作品会越来越多,VR资源会更加丰富,能逐渐满足相关行业的需求.

### 3.2.2 虚拟现实在网络中的应用

虚拟现实在网络中的应用包括在有线网络和无线网络中的应用,如前所述的分布式虚拟现实系统(DVR)



的远程教育场景中,在线学习者和在线教师交流互动,有利于营造逼真的学习氛围,促进学习者进步等<sup>[1]</sup>。

随着现代信息科技的发展,分布式虚拟现实系统具有十分广阔的应用空间和发展前景。世界著名网站 Facebook 在 2014 年以 20 亿美元收购 Oculus VR 公司,虚拟现实在通讯社交的应用几乎成为了未来通讯社交的新形式<sup>[9]</sup>。随着分布式虚拟现实系统应用水平的提升,并利用网络的社交特性,共享信息和资源,经济效益会越来越明显,未来 DVR 将会发挥出自身的优势,逐渐普及和大众化。

现在,移动 VR 没有获得普遍推广,其主要原因是目前在带宽有限的无线网络中,无线图像信号在生产、传送和接受的过程中产生了比较大的延迟<sup>[17]</sup>,影响了 3D 图像质量。但移动 VR 具有任何时候和任何地方体验 3D 的优点,随着网络技术的升级和大数据技术的发展,或者说无线网络在近期内升级到 5G 射频无线网络(5G Radio Network),传送的图像数据会更快,其 3D 图像和沉浸性会越来越好,未来将会得到普遍的应用。

### 3.2.3 虚拟现实与特定功能设备的配合应用

虚拟现实技术与其他特定功能设备结合起来,已在不同领域获得了应用,如应用于如医疗、灾害危险场景、历史场景、跨国场景、特殊教育、航空航天、军事和应急演练、宇宙与海洋等场景,节省大量资金、人力和物力。

虽然虚拟现实已有不少与其他特定功能设备的配合应用,但远没有达到大众化的程度。今后,需要研发更多的特定功能设备、以及开发更多相应内容的作品或虚拟仿真软件。美国 FRN 新闻(Fort Russ News)在 2018 年 7 月 10 日说,著名防务公司 Northrop Grumman 正式宣布了与美国军部签订了 1 亿 2 千 8 百万美元(\$128 million)的培训合同,其中包括虚拟现实的战事模拟仿真培训、其他培训和相应的技术支持<sup>[18]</sup>。该新闻说明该公司未来要开发与 VR 结合的新型特定功能培训设备外,也意味着虚拟现实对国防具有重要的意义。

### 3.2.4 在网络中虚拟现实和特定功能设备的配合应用

虚拟现实与特定功能设备在网络中的配合应用是指多用户戴上 VR 头盔,操纵特定功能的设备,通过网络互动,完成特定的功能或任务。如前所述,美国在高速专用网上开展的军事综合训练场的演练等。

图 8 是法国第八海军陆战队新兵的未来沉浸式虚拟现实的培训场景(the Future Immersive Training

Environment (FITE)),从图片可以看出,新兵戴上头盔(也被称为 VR 一体机),手握数字枪,通过无线网络联系互动,完成相应的培训任务<sup>[19]</sup>。随着无线网络的升级换代,图像数据的传送会更快,3D 图像质量和沉浸性会更好,虚拟现实与特定功能设备在网络中的配合应用在未来会更加普遍。



图 8 未来沉浸式虚拟现实的培训场景

### 3.3 虚拟现实的标准化和相关应用的规范化

虚拟现实技术(VR)已经成为非常吸引人的、前景广阔的技术之一,但各厂家生产 VR 设备标准不同,虚拟仿真软件和 VR 作品不能通用,影响了 VR 的推广和普及。为了 VR 的推广和普及应用,VR 技术需要标准化。

沉浸式 VR 技术正在走向成熟,融合了光学工程技术、计算机技术、传感器技术、多媒体技术、包含人工智能的人机交互技术、立体显像技术、网络技术、计算机仿真模拟和心理学等众多科学技术,标准化具有一定的困难。现在,一些国际组织如 IEEE 等,从 3D 显示技术、VR 头盔、立体声系统、动作姿势追踪控制等方面进行了标准化的讨论。随着 VR 技术的成熟,国际标准化组织将来会对 VR 技术进行标准化,高质量的通用虚拟现实设备就会生产出来,其价格会下降很多,VR 应用软件或 VR 作品能在不同厂家的设备上应用,VR 会在各行各业得到普遍的应用。

用户体验虚拟现实时,必须戴上头盔,透过目镜才能在虚拟空间漫游体验,眼睛容易疲劳,时间久了感觉晕眩和头痛等负面影响,如果是儿童戴上 VR 头盔,还有可能伤害他们的视觉系统<sup>[7]</sup>,故今后政府相应部门或机关需要制定一些规范,例如,限制小学生使用 VR 进行教育培训,或规定青少年和成人使用 VR 的时

间. 另一方面, 一些年龄比较大的人对虚拟现实具有负面看法, 相应的部门或机关制定对应的措施和规范, 鼓励他们使用虚拟现实技术, 特别是在教育领域, 鼓励年龄比较大的教师, 应用虚拟现实的新型教学工具, 因为这种新型教学工具具有无比的优点.

#### 4 结语

VR 经历了四个发展阶段: 虚拟现实概念的形成, 虚拟现实商业化的推广尝试, 虚拟现实商业化的成功推广, 虚拟现实相关市场的高速增长; VR 能利用计算机图像建模技术, 或者利用全景拍摄技术, 再和系统开发软件协同工作, 开发各行业逼真的模拟仿真软件或内容丰富的 VR 作品.

VR 在教育培训中具有较多的优点, 能培养学生的个性化特征和工匠精神; VR 特别适合那些具有较强的灾害性和危险性的, 或者解决资源紧缺的, 或者在现实生活难以构建的场景, 如医疗、应急、航空航天、军事等培训, 能节省大量资金、人力和物力.

在未来, VR 成像质量更高和显像时间更快, 再采用新型光学材料制成的目镜, 能进一步减小体积和重量, 设计的头盔将会进一步轻巧, 更加舒适, 晕眩和头痛的负面影响会进一步减少. 随着 VR 应用开发软件的升级, 开发的 VR 作品成本更低, 内容更丰富, VR 将会在各行业获得普遍的推广.

随着科学技术的发展, 国际标准化组织将来会对 VR 技术进行标准化, 高质量的通用 VR 设备就会生产出来, VR 应用软件或 VR 作品能在不同厂家的设备上应用, VR 会在各行业得到普遍的应用.

#### 参考文献

- 1 刘丹. VR 简史: 一本书读懂虚拟现实. 北京: 人民邮电出版社, 2016. 36–40.
- 2 Freina L, Ott M. A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *Proceedings of eLearning and Software for Education (eLSE)*. Bucharest, Romania. 2015. Vol.1: 133–141.
- 3 袁心平, 唐秋华. 基于非沉浸式虚拟现实技术的设计方法探析. *湖北工业大学学报*, 2006, 21(3): 154–156. [doi: 10.3969/j.issn.1003-4684.2006.03.053]
- 4 新清士. VR 大冲击: 虚拟现实引领未来. 张旄, 译. 北京: 北京时代花纹书局, 2017.
- 5 Agte A, Pandit S, Seshagopalan N. Virtual reality-concept and modes of implementation. *International Journal for Scientific Research & Development*, 2014, 2(6): 728–731.
- 6 Firth N. Interview: The father of VR Jaron Lanier. *NewScientist*, 2013, 218(2922): 21.
- 7 淘 VR. 虚拟现实: 从梦想到现实. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- 8 才华有限实验室. VR 来了!: 重塑社交、颠覆产业的下一个技术平台. 北京: 中信出版集团股份有限公司, 2016.
- 9 刘向群, 郭雪峰, 钟威, 等. VR/AR/MR 开发实战: 基于 Unity 与 UE4 引擎. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- 10 Maples-Keller JL, Bunnell BE, Kim SJ, *et al.* The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders. *Harvard Review of Psychiatry*, 2017, 25(3): 103–113. [doi: 10.1097/HRP.000000000000138]
- 11 戴红芬, 肖骏, 周小莉, 等. 虚拟现实技术在中医教学中的应用及其发展研究. *当代医学*, 2018, 24(3): 169–171. [doi: 10.3969/j.issn.1009-4393.2018.03.083]
- 12 Velev D, Zlateva P. Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, 2017, 3(1): 33–37.
- 13 刘崇进, 吴应良, 贺佐成, 等. VR 教育培训平台的教学改革研究与实践. *中国信息技术教育*, 2018, (8): 88–91. [doi: 10.3969/j.issn.1674-2117.2018.08.029]
- 14 马吉庄. 虚拟现实技术在教育中的应用. *软件导刊(教育技术)*, 2018, (1): 73–74.
- 15 曹磊. 国外虚拟现实的现状与趋势. *竞争情报*, 2017, 13(2): 51–58.
- 16 Amirian MJ, Lindner SM, Trabulsi EJ, *et al.* Surgical suturing training with virtual reality simulation versus dry lab practice: An evaluation of performance improvement, content, and face validity. *Journal of Robotic Surgery*, 2014, 8(4): 329–335. [doi: 10.1007/s11701-014-0475-y]
- 17 Tan ZW, Li YJ, Li QR, *et al.* Supporting mobile VR in LTE networks: How close are we? *Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems*, 2018, 2(1): 8.
- 18 Antonopoulos P. VR: The 90'S phoned, wants future vision of army training back. <https://www.fort-russ.com/2018/07/vr-the-90s-phoned-wants-future-vision-of-army-training-back/>. [2018-07-10]
- 19 Virtual Reality. How the military is incorporating VR into troop training. <https://unimersiv.com/military-incorporating-vr-troop-training/>. [2016-05-18]