

智能交互设计与数字媒体类专业丛书

AR/VR 应用设计与开发

王楠 李学明◎编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

近年来,虚拟现实(包括 AR、VR、MR)已经逐渐成为数字化浪潮中的主流技术,随着元宇宙概念与产业的兴起,虚拟现实更是迅速聚焦了人们更多的目光。本书与时俱进地对 AR、VR 应用的设计与开发进行了介绍与讲解,其中也少量涉及 MR 应用。

本书分为三篇,共 14 章,主要包括以下内容:虚拟现实技术、行业概述;Unity 软件的基本用法;Unity C# 编程开发详解;AR 技术原理与设计技巧;基于 Vuforia SDK 的 AR 应用开发、AR 交互应用开发实例;面向 HoloLens2 的 MR 开发基础、开发实践;VR 技术原理与设计技巧;面向 HTC Vive 的 VR 开发基础、开发进阶;VR 中的 UI 设计与创建;VR 综合项目开发实例。本书讲解详细、循序渐进,既介绍了技术原理、设计方法等理论知识,也展示了软件操作、脚本编程等实践步骤。

本书的一大特色在于融入了 AR、VR 应用的设计教学,在一定程度上弥补了市场现有教材中的不足。通过本书的学习,读者能够全面了解 AR、VR 应用开发的技术理论、设计方法,并通过实践操作快速掌握使用 Unity 进行 AR、VR 应用开发的具体细节。

图书在版编目(CIP)数据

AR/VR 应用设计与开发 / 王楠, 李学明编著. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2023. 6
ISBN 978-7-5635-6915-1

I. ①A… II. ①王… ②李… III. ①虚拟现实 IV. ①TP391.98

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 079409 号

策划编辑:姚 顺 刘纳新 责任编辑:满志文 责任校对:张会良 封面设计:七星博纳

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码:100876

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京虎彩文化传播有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.75

字 数:367 千字

版 次:2023 年 6 月第 1 版

印 次:2023 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-6915-1

定 价:45.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

VR(Virtual Reality,虚拟现实)技术构想起源于1965年,实现于1989年。2014年,VR产业再度兴起,一时间VR逐渐走入公众视野。狭义VR又称“灵境”,它提供了以计算机等高科技设备为核心的沉浸式虚拟环境(Virtual Environment,VE),用户借助必要设备就能与虚拟环境中其他对象进行交互,从而给人身临其境之感。广义的虚拟现实,既包括狭义VR,亦包括AR(Augmented Reality,增强现实)和MR(Mixed Reality,混合现实)。AR技术将计算机生成的虚拟信息与真实世界巧妙融合。MR是指结合真实和虚拟世界创造了新的环境和可视化三维世界,物理实体和数字对象共存并能实时交互。当下也有把AR、VR、MR统称为“XR”的说法。相对而言,MR技术还处于较为初期的发展阶段,目前更加普及流行的是VR和AR应用。

虚拟现实产业的复兴催生出大量AR、VR应用,MR应用也逐渐增多。大量的公司和创业团队陆续进入虚拟现实领域,AR/VR开发人才的需求量与日俱增。随着“元宇宙”概念和产业的兴起,作为其中核心技术的虚拟现实也更加备受瞩目。近年来,我国高度重视虚拟现实技术的发展,并在国家层面积极规划、重点布局,工信部、科技部、文旅部等部门陆续出台相关政策。2018年,教育部明确将虚拟现实技术列入教育信息化的年度重点工作任务。2019年,教育部新增设了虚拟现实技术本科专业。2022年,工信部、教育部、文旅部等五部门联合印发了《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)》,并指出“虚拟现实(含增强现实、混合现实)是新一代信息技术的重要前沿方向,是数字经济的重大前瞻领域,将深刻改变人类的生产生活方式,产业发展战略窗口期已然形成”。习近平总书记在党的二十大报告中进一步强调,要实现高水平科技自立自强,完善科技创新体系,加快实施创新驱动发展战略。因此,在高校开设AR/VR应用开发课程、出版专业教材,既贯彻落实了党的二十大精神“加快建设教育强国、科技强国、人才强国”的号召,也是全球化浪潮下顺应产业需求的大势所趋。

本书的主要内容

本书分为三篇,共14章,从虚拟现实技术概述、AR/VR开发软件与行业现状出发,讲解如何运用以Unity为代表的工具进行AR、VR应用设计与开发实

践。本书内容涵盖 Unity 软件基础知识,进行 AR/VR 开发所必须掌握的 Unity 操作技能,C#脚本编程,技术艺术相结合的设计技巧与建议,在主流 AR/VR/MR 设备平台进行实际开发的流程、方法与步骤,以及丰富的教学案例与综合实例。其中第 1 章、第 3~14 章由王楠执笔,第 2 章由李学明教授执笔。

第一篇为基础知识概述,包括第 1 章~第 4 章。主要介绍虚拟现实与行业概述、Unity 软件的使用、C#脚本编程开发等内容。

第 1 章为绪论。主要介绍虚拟现实技术,包括 VR(狭义的)、AR、MR,以及分别介绍 AR、VR 开发软件和行业现状。

第 2 章为初识 Unity 软件。主要介绍 Unity 软件的功能、下载与安装的方法,使用 Unity 进行项目的常规开发流程,并讲解 Unity 编辑器界面与基本使用方法。

第 3 章为 Unity 脚本编程介绍。包括 C#编程语言及作用,介绍 C#语言开发工具,以及讲解 Visual Studio 的安装与配置方法。

第 4 章为 Unity 编程开发详解。讲解在 Unity 中如何创建和编辑 C#脚本程序,全面介绍 C#基本语法,介绍 Unity C#脚本系统的常用功能,并通过制作综合实例“超级跑酷”小游戏进一步讲解和巩固 Unity 操作与 C#编程的方法。

第二篇为 AR 应用设计与开发,包括第 5 章~第 9 章。主要介绍 AR 技术的原理、AR 应用设计技巧,基于 Vuforia 的 AR 应用开发基础与综合应用开发实例,面向 HoloLens2 的 MR 开发基础、开发实践等内容。

第 5 章为 AR 技术原理与设计技巧。介绍当前的 AR 技术类型、AR 硬件显示技术、AR 标识类型,详细讲解移动 AR 应用的设计技巧。

第 6 章为基于 Vuforia SDK 的 AR 应用开发。介绍 Vuforia SDK 的功能、支持的识别类型,讲解 Vuforia 的获取和基本操作方法,并通过实例演示如何实现识别图片目标播放视频。

第 7 章为基于 Vuforia 的 AR 综合应用开发。通过综合实例“制作 AR 生日卡片”详细讲解了识别图片显示 3D 模型,播放模型动画的方法,介绍了 Vuforia 的虚拟按钮功能,并通过综合实例“制作 AR 留声机”演示了如何使用虚拟按钮制作 AR 交互项目。

第 8 章为 HoloLens2 开发基础。介绍了微软 MR 头显 HoloLens2 的功能、应用领域,以及全息图的相关知识,讲解了 HoloLens2 软件、硬件,为进行 HoloLens2 开发建立基础。

第 9 章为 HoloLens2 开发实践。讲解了微软 MR 开发工具 MRTK 的功能和使用方法,演示了如何在 Unity 中进行 MR 开发配置,在 HoloLens2 中实现手势交互,生成并部署 HoloLens 应用程序。

第三篇为 VR 应用设计与开发,包括第 10 章~第 14 章。主要介绍 VR 技术原理、VR 应用设计技巧,面向 HTC Vive 的 VR 开发基础和开发进阶,讲解了 SteamVR Plugin、VIVE Input Utility 的使用方法,讲解了 VR 世界坐标系 UI 的设计与创建方法,详细演示了 VR 综合项目“艺术展厅漫游体验”的设计与制作流程。

第 10 章为 VR 技术原理与设计技巧。讲解了 VR 技术的基本原理,当下的自然交互技术,介绍了 VR 应用的类型,详细讲解了 VR 交互设计技巧。

第 11 章为基于 HTC Vive 的 VR 开发基础。介绍了 HTC Vive 系列硬件,以及与之开发相关的 SteamVR Plugin 和 OpenVR,演示了 SteamVR Plugin 的下载与导入、在 Unity 中的基本设置。

第 12 章为面向 HTC Vive 的开发进阶。讲解了使用 SteamVR Plugin 实现交互的方法,介绍了 VIVE 开发工具 VIVE Input Utility,以及运用其实现手柄抓取、投掷 3D 物体、位置传送等功能。

第 13 章为 VR 中的世界坐标系 UI。介绍了 VR 中的 UI,讲解了 VR UI 的设计原则。介绍和讲解了 Unity 中的 Canvas 及其 UI 元素,演示了几种常用 VR UI 的创建方法。

第 14 章为 VR 综合项目:展厅漫游体验。讲解了如何基于项目需求设计和搭建 VR 艺术展厅。演示并讲解了如何制作摄影展品、射灯效果等内容,演示了 VR 环境的设置、VR 基本功能的实现,以及添加展品的 UI 交互,并将项目打包为可执行文件。

致谢

与虚拟现实的缘分要追溯到我的读博伊始,导师廖祥忠教授根据我的计算机专业背景和数字媒体技术专业教学经历,建议我将虚拟现实作为研究方向。通过一段时间的研究,虚拟现实技术的魅力使它真的成了我的研究领域和研究兴趣。

博士毕业后,我有幸顺利入职北京邮电大学,重新成为一位高校教师。工作之后承担的教学课程之一便是“AR/VR 应用开发”,对于这门课程倾注的心血一如我对虚拟现实技术的热爱,而学生们对课程的兴趣仿佛让我看到学生时代的自己。几年来,基于这门课程诞生了许多优秀的学生作品,并在多个权威学科竞赛、虚拟现实行业赛事中获得多个国赛一等奖等奖项。每一年这门课程都深受学生喜爱,也收获了学生们的一致好评。感谢学生们的认可,让我更加坚定立德树人的信心,以及将虚拟现实技术、应用开发的相关知识继续传道授业解惑的信念。

最后,衷心地向在本书出版过程中给予支持的组织和个人表示诚挚的谢意。感谢北京邮电大学给予的立项支持,本书为北京邮电大学基本科研业务费项目《VR 电影场境叙事创作研究与应用》(项目编号:2020RC21)的阶段性成果。由于在本书撰写过程中,本人经历了产假,加之平时工作忙碌,精力实在有限,使得本书的付梓不得已被拖延,感谢出版社和编辑老师们的理解!感谢作者所在学院给予的出版支持。感谢我的家人们给予我的无私奉献,为我的生活排忧解难,使我能够在忙碌的工作之余得以专心写作本书。希望本书能够为有志于在虚拟现实领域扬帆前行的朋友们提供理论和实践帮助。

王楠

2022年11月

目 录

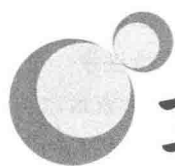
第一篇 基础知识概述

第 1 章 绪论	3
1.1 虚拟现实技术概述	3
1.2 VR 开发与行业应用	8
1.3 AR 开发与行业应用	10
本章小结	11
思考题与练习题	11
第 2 章 初识 Unity 软件	12
2.1 Unity 软件的介绍与安装	12
2.2 Unity 项目开发流程	16
2.3 Unity 编辑器界面与基本用法	19
本章小结	27
思考题与练习题	27
第 3 章 Unity 脚本编程介绍	28
3.1 C# 编程概述及作用	28
3.2 C# 语言开发工具	30
3.3 Visual Studio 的安装与配置	32
本章小结	38
思考题与练习题	38
第 4 章 Unity C# 编程开发详解	39
4.1 在 Unity 中使用 C# 脚本	39

4.2 C#基本语法介绍	41
4.3 Unity C#的常用功能	50
4.4 综合实例:制作“超级跑酷”小游戏	54
本章小结	60
思考题与练习题	60
 第二篇 AR 应用设计与开发 	
第5章 AR 技术原理与设计技巧	63
5.1 AR 技术类型	63
5.2 AR 硬件显示技术	65
5.3 AR 标识类型	68
5.4 AR 应用设计技巧	73
本章小结	76
思考题与练习题	76
第6章 基于 Vuforia SDK 的 AR 应用开发	77
6.1 Vuforia SDK 概述	77
6.2 Vuforia 的识别功能	80
6.3 Vuforia 基本操作方法	81
6.4 识别图片目标播放视频	87
6.5 将 AR 项目打包为可执行文件	93
本章小结	94
思考题与练习题	94
第7章 基于 Vuforia 的 AR 综合应用开发	95
7.1 综合实例:制作“AR 生日贺卡”	95
7.2 虚拟按钮简介	101
7.3 综合实例:制作“AR 留声机”	102
本章小结	109
思考题与练习题	110

第 8 章 HoloLens2 开发基础与实践	111
8.1 HoloLens2 功能介绍	111
8.2 HoloLens2 应用领域	113
8.3 全息图简介	116
8.4 HoloLens2 软硬件介绍	118
本章小结	120
思考题与练习题	120
第 9 章 HoloLens2 开发实践	121
9.1 了解 MRTK	121
9.2 在 Unity 中进行 MR 开发配置	122
9.3 在 HoloLens2 中实现手势交互	128
9.4 生成并部署 HoloLens2 应用程序	134
本章小结	137
思考题和练习题	137
第三篇 VR 应用设计与开发	
第 10 章 VR 技术原理与设计技巧	141
10.1 VR 技术基本原理	141
10.2 自然交互技术	143
10.3 VR 应用介绍	146
10.4 VR 应用设计技巧	152
本章小结	157
思考题与练习题	158
第 11 章 基于 HTC Vive 的 VR 开发基础	159
11.1 认识 HTC Vive 系列硬件	159
11.2 VR 开发工具简介	162
11.3 SteamVR Plugin 的下载与导入	163
11.4 SteamVR Plugin 的基本设置	166

11.5 基于 InteractionSystem 的 VR 交互	167
本章小结	171
思考题和练习题	171
第 12 章 面向 HTC Vive 的开发进阶	172
12.1 VIVE Input Utility 简介	172
12.2 VIVE Input Utility 的使用方法	173
12.3 使用 VIU 实现 VR 抓取与投掷	176
12.4 使用 VIU 实现 VR 射线和瞬移功能	179
本章小结	182
思考题和练习题	182
第 13 章 VR 中的世界坐标系 UI	183
13.1 VR 中的 UI	183
13.2 VR UI 的设计原则	186
13.3 Unity 中的 Canvas	189
13.4 VR UI 的创建	196
本章小结	201
思考题与练习题	201
第 14 章 VR 综合项目:展厅漫游体验	202
14.1 设计和搭建 VR 艺术展厅	202
14.2 制作摄影展品	209
14.3 设置 VR 环境和基本功能	214
14.4 添加展品的 UI 交互	219
14.5 将项目打包为可执行文件	223
本章小结	224
思考题与练习题	224
参考文献	225



第一篇 基础知识概述

第1章 绪 论

本章重点

- 虚拟现实技术概述；
- VR的“3I”特征；
- VR、AR、MR技术的概念；
- 常用的VR开发工具；
- 常用的AR开发工具。

本章难点

- VR的“3I”特征；
- VR、AR、MR技术的概念。

本章学时数

- 建议2学时。

学习本章目的和要求

- 了解虚拟现实的发展背景；
- 理解VR、AR、MR技术的概念；
- 了解常用的VR开发工具和AR开发工具；
- 把握VR、AR行业发展现状，了解行业未来趋势。

1.1 虚拟现实技术概述

1.1.1 虚拟现实发展背景

2014年,Facebook(现已更名为“Meta”)公司宣布以20亿美元(后被公司公开更正为30亿美元)收购虚拟现实设备制造商Oculus,公司CEO马克·扎克伯格满怀信心地认为虚拟现实将成为“下一代计算平台”。这一举措迅速将“虚拟现实”(Virtual Reality,VR)一词带入大众视野。随着2021年“元宇宙”概念及产业的蹿红,作为其核心技术之一的虚拟现实引发了更多瞩目。

近年来,随着虚拟现实的迅速产业化,其在全球逐渐普及,大众常将“虚拟现实”和“沉浸式虚拟现实”视为等同。在严格意义上,虚拟现实包括广义和狭义概念。广义虚拟现实包括:狭义/沉浸式虚拟现实(亦简称VR)、增强现实(AR)、混合现实(MR)。为了更加严谨,本书将广义虚拟现实以“虚拟现实”指代,将沉浸式虚拟现实以“VR”指代。随着社会生产力和科学技术不断发展,各行各业对虚拟现实需求日益旺盛。虚拟现实技术也不断进步,逐步成为一个新的科学技术领域,并且其边界还在继续扩张。

事实上,虚拟现实早已不是新生概念,而是早在 20 世纪中期就已诞生,并在 20 世纪 90 年代经历过一次短暂的产业发展。只是由于 2014 年的天价收购案,它重新受到人们关注,特别是沉浸式虚拟现实,也因此这一年被称为“VR 元年”。VR 再次进入产业化浪潮,迅速演化出丰富的媒介功能和应用类型,如 VR 游戏、VR 电影、VR 新闻、VR 教学……其中 VR 游戏、VR 电影占比最大、最具代表性。

1.1.2 何为虚拟现实

虚拟现实(Virtual Reality,VR)又称“灵境”技术,将计算机、电子信息、仿真等技术集于一体,通过计算机模拟虚拟环境,从而让用户产生身临其境之感。

2018 年,科幻片《头号玩家》(*Ready Player One*,如图 1-1 所示)在全球热映,同时将“VR”一词带入更多人的视野中。影片中的 VR 游戏“绿洲”既是玩家心中的乌托邦,也唤起了人们对于真正意义上 VR 技术普及的期待。“绿洲”游戏所运用的技术正是沉浸式 VR,即在产业市场、大众认知中常见的“VR”,是一种可以创建和体验虚拟世界,使用户沉浸到该虚拟环境中的计算机仿真系统。



图 1-1 电影《玩家一号》剧照

对于大多数人而言,VR 是一个象征着“黑科技”“未来科技”的新鲜概念,事实上它已具有近百年历史。1935 年,安托南·阿尔托(Antonin Artaud)在《戏剧及其重影》中将剧院描述为“虚拟现实”(la réalité virtuelle),这是“虚拟现实”一词的首次出现。1965 年,伊凡·苏泽兰(Ivan Sutherland)发表论文《终极显示》(*Ultimate Display*),其中讨论了交互图形显示、力反馈等关于虚拟现实系统的基本设想,被视为虚拟现实技术的开端。1967 年,莫顿·海利希(Morton Heilig)构造了一个多感知仿环境的虚拟现实系统 Sensorama Simulator,如图 1-2 所示,这通常也被认为是历史上第一套 VR 系统,它能够提供逼真的仿真体验,如“驾驶摩托车”时看到实时变化的街道画面,听到立体声,感受行车颠簸、吹风效果等。



图 1-2 Sensorama Simulator

在上述期间 VR 还处于较为朦胧的萌芽阶段,1989 年,杰伦·拉尼尔(Jaron Lanier)首次提出“虚拟现实”(Virtual Reality)的概念,自此,这一技术明确了它的名称。1991 年,首款消费级 VR 产品 Virtuality 1000CS 问世,随即掀起了 VR 商业化浪潮。之后,世嘉、任天堂、索尼等大公司都陆续推出 VR 产品。在此阶段,VR 一直处于较为低调的萌芽期。直到 2014 年,Facebook 公司对于 Oculus 的“天价”收购案终于将 VR 带入更多人的视野之中。之后,微软、三星、HTC、索尼、雷蛇、佳能等科技巨头陆续加入,在我国也迅速出现数百家 VR 创业公司。

1.1.3 VR 的“3I”特征

VR 由于其采用的技术和实现效果,具有以下基本特征,即“3I”特征。

1. 沉浸感

沉浸感(Immersion)又称为“临场感”,指 VR 交互设备与用户自身感知系统相作用产生的让人置身于虚拟环境中的感觉。理想的 VR 环境应该能够模拟视听触嗅味等人类主要感觉通道,使用户难以分辨虚实。目前暂时难以全面实现人类所有感知功能的模拟,VR 还处于主要模拟视觉、听觉、触觉沉浸的阶段。

2. 交互性

交互性(Interactivity)指通过专门的输入输出设备,使人类自然感知对虚拟环境中物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度。VR 系统强调人与虚拟世界之间以非常逼真、近乎自然的方式进行交互。目前,头显、手柄是 VR 系统最为常用和普及的设备,数据手套等触觉交互设备其次。未来的目标是能够让用户通过头、手、眼、语音以及身体运动来与 VR 系统进行实时交互。

3. 构想性

构想性(Imagination)主要指 VR 系统所蕴含的想象性。VR 内容是设计者借助 VR 技

术,发挥想象力和创造力而设计的。同时,VR 环境为用户营造了广阔的想象空间,用户在其中可以获得新认知,并且基于所接受的内容激发个人新的想象。

1.1.4 何为增强现实

增强现实(Augmented Reality, AR)是一种借助三维建模、实时追踪等手段,将虚拟信息与真实世界巧妙融合的技术。AR 把数字信息与人类感官所获得的实际信息实时组合在一起,并且让用户能够看见。目前,AR 大多采用移动设备(如智能手机、平板电脑)将图形图像与视频流相结合,这也被称为“基于移动设备的视频透视”AR 系统。

通常认为,增强现实技术建立在虚拟现实之上,前者名称的出现也晚于后者。1992 年,“增强现实”(Augmented Reality)这一术语正式诞生,波音公司研究人员汤姆·考德尔(Tom Caudell)在其论文中使用“增强现实”一词描述“将计算机呈现的元素覆盖在真实世界上”的技术,并阐述了 AR 相对于 VR 的优点。自此以来,一些科研、军事等行业机构一直在探索 AR 技术。20 世纪 90 年代后期,基于 PC 端的 AR 软件工具包已经作为开源包被应用到专用平台中。之后,智能手机、平板电脑的普及加速了工业与消费者对于 AR 的兴趣。

当前人们对于 AR 的关注点主要集中在具有光学透视及跟踪功能的可穿戴式 AR 眼镜上,如 TED 公司的 Meta Vision(图 1-3)、爱普生的 BT-300 智能 AR 眼镜。这些设备大都使用深度传感器对周围环境进行扫描和建模,然后将计算机图形图像加载到真实世界中。

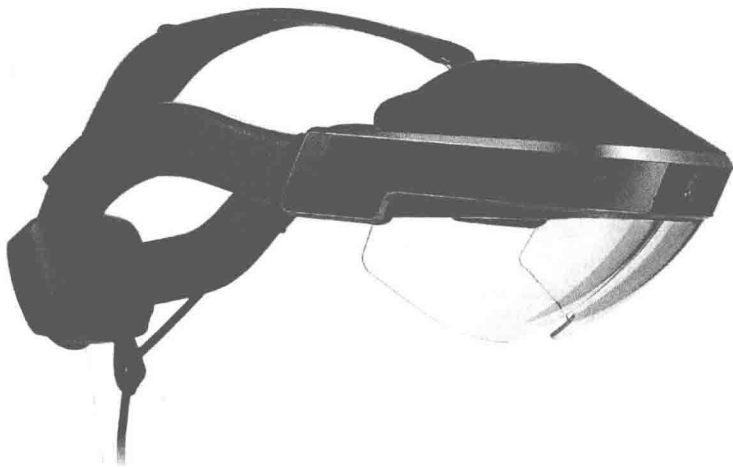


图 1-3 AR 眼镜 Meta Vision

1.1.5 何为混合现实

混合现实(Mixed Reality, MR)是虚拟现实技术的进一步发展,通过在虚拟环境中引入现实场景信息,在虚拟世界、现实世界和用户之间建立一个交互反馈的信息回路,以增强用户体验的真实感。MR 技术对现实物质世界和虚拟世界相合并而产生新的可视化环境,其关键在于物理环境和数字对象不仅共存,而且能够实时互动,这亦是其与 AR 的本质区别。

MR 同样不是一个新鲜概念。在 20 世纪 70~80 年代,为了增强自身视觉效果,让眼睛在任何情境下都能够“看到”周围环境,多伦多大学教授史蒂夫·曼恩(Steve Mann)设计出

可穿戴式智能硬件,被视为对 MR 技术的初步探索。发展至今,MR 结合了 VR 和 AR 的优势,能够更好地展现虚拟和现实的互动融合。

从视觉显示效果而言,MR 和 AR 看起来很接近,但事实上两者是不同概念。根据史蒂夫·曼恩的理论,智能硬件最后都会从 AR 向 MR 过渡,他认为“MR 和 AR 的区别在于 MR 通过一个摄像头让你看到裸眼都看不到的现实,AR 只管叠加虚拟环境而不管现实本身”。

目前在市场内知名度最高的 MR 设备包括微软公司的 HoloLens 系列(图 1-4)、Magic Leap 的 Magic Leap One。

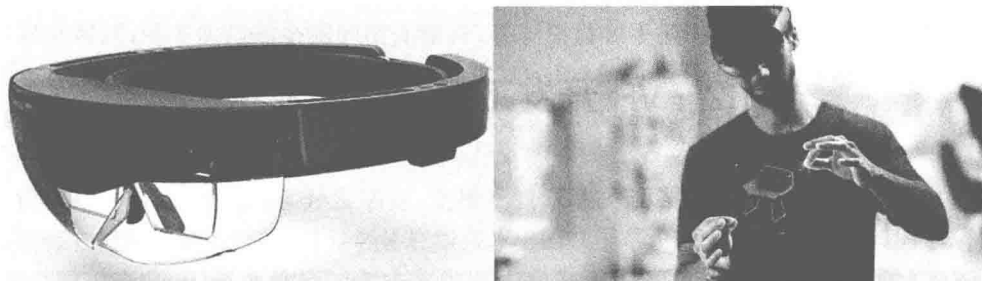


图 1-4 HoloLens2 及其应用

1.1.6 虚拟现实发展历程

任何技术的成熟都要经历漫长的发展,这是一个从无到有的过程。虚拟现实技术的发展也不例外,从最初仅仅是一个构想到如今商业化的普及,其中经历了许多重要的阶段和里程碑式的节点,这里简要列出,供读者了解,如表 1-1 所示。

表 1-1 虚拟现实发展历程

时间	重要事件
1929 年	爱德华·林德设计出用于训练飞行员的模拟器
1935 年	安托南·阿尔托在其著作《戏剧及其重影》中将剧院描述为“虚拟现实”(la réalité virtuelle)
1960 年	莫顿·海利希获得 Telesphere Mask 专利
1965 年	伊凡·苏泽兰发表论文《终极的显示》
1967 年	莫顿·海利希构造了一个多感知仿环境的虚拟现实系统 Sensorama Simulator,被视为首套 VR 系统
1968 年	伊凡·苏泽兰组织开发了首个计算机图形驱动的头盔显示器 HMD 及头部位置跟踪系统
20 世纪 80 年代	虚拟现实相关技术在飞行、航天等领域有了比较广泛的应用
1989 年	杰伦·拉尼尔首次提出“Virtual Reality”的概念
1991 年	首款消费级 VR 设备 Virtuality 1000CS 问世,掀起了 VR 商业化浪潮
20 世纪 90 年代	1993 年,世嘉推出 Sega VR
	1995 年,任天堂推出 Virtual Boy
	1998 年,索尼推出头戴式显示器
2011 年	索尼推出 HMZ 系列头戴式显示器