



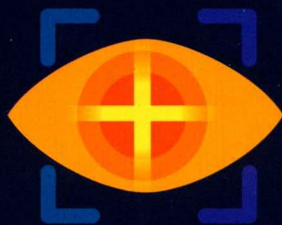
国家出版基金资助项目
“十三五”国家重点图书出版规划项目
湖北省学术著作出版专项资金资助项目
智能制造与机器人理论及技术研究丛书

总主编 丁汉 孙容磊



增强现实交互方法与实现

何汉武 吴悦明 陈和恩◎编著

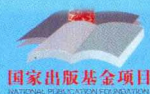


ZENGQIANG XIANSI JIAOHU FANGFA
YU SHIXIAN



华中科技大学出版社

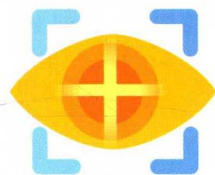
<http://www.hustp.com>



国家出版基金资助项目
“十三五”国家重点图书出版规划项目
湖北省学术著作出版专项资金资助项目
智能制造与机器人理论及技术研究丛书
总主编 丁汉 孙容磊

增强现实交互方法与实现

何汉武 吴悦明 陈和恩◎编著



ZENGQIANG XIANSHI JIAOHU FANGFA
YU SHIXIAN



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是广东省虚拟现实及可视化工程技术研究中心课题组在增强现实领域多年研究成果的总结,特别总结了在国家自然科学基金委员会资助下取得的成果(“增强现实装配操作空间的深度感知理论与方法研究”,编号:51275094)。本书从增强现实人机交互的特点出发,系统阐述了增强现实交互方法的基本原理、模型、主要技术与典型应用的实现,着重论述基于视觉、外设、体感及触摸屏四种典型人机交互方式的原理、方法与具体实现技术。主要内容包括:增强现实的理论基础与设备;基于标识、数据手套、机器视觉、移动终端的增强现实交互方法;增强现实应用系统开发案例。本书注重理论与实践相结合,五个与工业应用相关的增强现实典型应用案例均来源于实际科研项目,读者可从中全面了解与掌握增强现实系统人机交互的设计思路、软硬件构成、建模方法、关键技术实现方法、编程开发要点等。

本书可作为增强现实领域从事科研、技术开发人员的参考书和培训教材,也可供相关专业的研究生或高年级本科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

增强现实交互方法与实现/何汉武,吴悦明,陈和恩编著. —武汉:华中科技大学出版社, 2018.12

(智能制造与机器人理论及技术研究丛书)

ISBN 978-7-5680-4846-0

I. ①增… II. ①何…②吴…③陈… III. ①人-机系统-研究 IV. ①TB18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 294517 号

增强现实交互方法与实现

何汉武 吴悦明 陈和恩 编著

ZENGQIANG XIANSHI JIAOHU FANGFA YU SHIXIAN

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:16

字 数:263 千字

版 次:2018 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:128.00 元



华中科技大学出版社

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



智能制造与机器人理论及技术研究丛书

专家委员会

主任委员 熊有伦（华中科技大学）

委 员（按姓氏笔画排序）

卢秉恒（西安交通大学）

朱 荻（南京航空航天大学）

阮雪榆（上海交通大学）

杨华勇（浙江大学）

张建伟（德国汉堡大学）

邵新宇（华中科技大学）

林忠钦（上海交通大学）

蒋庄德（西安交通大学）

谭建荣（浙江大学）

顾问委员会

主任委员 李国民（佐治亚理工学院）

委 员（按姓氏笔画排序）

于海斌（中国科学院沈阳自动化研究所）

王飞跃（中国科学院自动化研究所）

王田苗（北京航空航天大学）

尹周平（华中科技大学）

甘中学（宁波市智能制造产业研究院）

史铁林（华中科技大学）

朱向阳（上海交通大学）

刘 宏（哈尔滨工业大学）

孙立宁（苏州大学）

李 斌（华中科技大学）

杨桂林（中国科学院宁波材料技术与工程研究所）

张 丹（北京交通大学）

孟 光（上海航天技术研究院）

姜钟平（美国纽约大学）

黄 田（天津大学）

黄明辉（中南大学）

编写委员会

主任委员 丁 汉（华中科技大学） 孙容磊（华中科技大学）

委 员（按姓氏笔画排序）

王成恩（上海交通大学）

方勇纯（南开大学）

史玉升（华中科技大学）

乔 红（中国科学院自动化研究所）

孙树栋（西北工业大学）

杜志江（哈尔滨工业大学）

张定华（西北工业大学）

张宪民（华南理工大学）

范大鹏（国防科技大学）

顾新建（浙江大学）

陶 波（华中科技大学）

韩建达（南开大学）

蔺永诚（中南大学）

熊 刚（中国科学院自动化研究所）

熊振华（上海交通大学）

作者简介



► **何汉武** 教授, 博士生导师。现任广东工贸职业技术学院院长, 广东省虚拟现实及可视化工程技术研究中心主任, 广东工业大学现代制造与智能装备虚拟仿真实验教学中心主任, 中国人工智能学会智能制造专业委员会副主任。曾入选广东省“千百十”人才工程省级培养对象, 2007年被评为广东省南粤优秀教师。曾作为访问学者分别在香港理工大学制造工程系(1999—2000年), 英国利物浦大学(2005年)从事合作研究。

主要研究领域为数字化设计与制造、增强现实交互技术与装备、虚拟医疗手术及装备、医疗康复工程、康复机器人等。承担国家“863”计划项目、国家自然科学基金项目、国家科技重大专项及广东省科技计划项目的研究工作。曾获国家科技进步奖三等奖1项, 教育部科技进步奖二等奖1项, 广东省科技进步奖一等奖1项。获国家级教学成果奖二等奖1项, 广东省教学成果奖一等奖2项。



► **吴悦明** 工学博士, 助理研究员。现任广东工业大学机电工程学院实验中心副主任。主要研究领域为虚拟现实与增强现实及其在工业中的可视化应用。主持广东省科技计划项目、企业委托项目等多项, 作为主要参与人参与国家自然科学基金项目、国家科技重大专项等, 获得多项专利授权。曾获珠海市科学技术进步奖三等奖。



► **陈和恩** 工学博士, 广东工业大学讲师。主要从事计算机视觉、SLAM、增强现实的基础理论和应用技术研究。参与多个国家基金项目、教育部博士点基金项目、广东省科技计划项目的研究工作, 获得多项专利授权。在国内外期刊上已发表论文30多篇, 现为Cogent Engineering审稿人。



总序

近年来,“智能制造+共融机器人”特别引人瞩目,呈现出“万物感知、万物互联、万物智能”的时代特征。智能制造与共融机器人产业将成为优先发展的战略性新兴产业,也是中国制造 2049 创新驱动发展的巨大引擎。值得注意的是,智能汽车与无人机、水下机器人等一起所形成的规模宏大的共融机器人产业,将是今后 30 年各国争夺的战略高地,并将对世界经济发展、社会进步、战争形态产生重大影响。与之相关的制造科学和机器人学属于综合性学科,是联系和涵盖物质科学、信息科学、生命科学的大科学。与其他工程科学、技术科学一样,制造科学和机器人学也是将认识世界和改造世界融合为一体的大科学。20 世纪中叶,Cybernetics 与 Engineering Cybernetics 等专著的发表开创了工程科学的新纪元。21 世纪以来,制造科学、机器人学和人工智能等异常活跃,影响深远,是“智能制造+共融机器人”原始创新的源泉。

华中科技大学出版社紧跟时代潮流,瞄准智能制造和机器人的科技前沿,组织策划了本套“智能制造与机器人理论及技术研究丛书”。丛书涉及的内容十分广泛。热烈欢迎专家、教授从不同的视野、不同的角度、不同的领域著书立说。选题要点包括但不限于:智能制造的各个环节,如研究、开发、设计、加工、成型和装配等;智能制造的各个学科领域,如智能控制、智能感知、智能装备、智能系统、智能物流和智能自动化等;各类机器人,如工业机器人、服务机器人、极端机器人、海陆空机器人、仿生/类生/拟人机器人、软体机器人和微纳机器人等的发展和应用;与机器人学有关的机构学与力学、机动性与操作性、运动规划与运动控制、智能驾驶与智能网联、人机交互与人机共融等;人工智能、认知科学、大数据、云制造、物联网和互联网等。

本套丛书将成为有关领域专家、学者学术交流与合作的平台,青年科学家茁壮成长的园地,科学家展示研究成果的国际舞台。华中科技大学出版社将与



施普林格(Springer)出版集团等国际学术出版机构一起,针对本套丛书进行全球联合出版发行,同时该社也与有关国际学术会议、国际学术期刊建立了密切联系,为提升本套丛书的学术水平和实用价值,扩大丛书的国际影响营造了良好的学术生态环境。

近年来,各界人士、高校师生、各领域专家和科技工作者对智能制造和机器人的热情与日俱增。这套丛书将成为有关领域专家、学者、高校师生与工程技术人员之间的纽带,增强作者、编者与读者之间的联系,加快发现知识、传授知识、增长知识和更新知识的进程,为经济建设、社会进步、科技发展做出贡献。

最后,衷心感谢为本套丛书做出贡献的作者、编者和读者,感谢他们为创新驱动发展增添正能量、聚集正能量、发挥正能量。感谢华中科技大学出版社相关人员在组织、策划过程中的辛勤劳动。

华中科技大学教授

中国科学院院士

2017年9月



前言

增强现实(augmented reality)技术旨在增强人类的感知能力。随着相关技术(如图像图形处理技术、模式识别技术、多媒体技术、信息技术等)以及显示与跟踪设备的高速发展,增强现实技术开始迈出实验室,在医疗、交通、教育培训、航天、工业维修等领域得到初步的应用。乐观者甚至预言,不久的将来增强现实终端有可能会取代智能手机等移动终端,成为下一代智能计算与显示平台,在各个专业领域得到大规模应用,并将以颠覆性的方式改变人对世界的认知手段,从而极大地改变我们的生活方式。

诚然,科学需要幻想,但新技术的进步和应用更需要脚踏实地的探索和实践。本书作者团队自1999年开始涉足虚拟现实领域的探索,并一直将重点聚焦在增强现实交互方法、交互设备及增强现实应用系统的开发上面。近年来,本书作者所在课题组先后承担了与增强现实研究相关的国家自然科学基金项目、国家科技重点研发计划项目、国家质量监督检验检疫总局项目、广东省科技计划项目、广州市科技计划项目和企业委托开发项目等一批研究开发项目,积累了一些增强现实技术研究和增强现实应用系统开发的经验。本书作者所在课题组还在广东工业大学开设了“虚拟现实技术原理与应用”的研究生课程及适应不同专业本科生选修的“走进虚拟现实”课程。为了便于正在从事增强现实相关研究工作的研究生和技术研发人员更加深入地了解增强现实、开发增强现实应用系统,遂产生了编撰此书的想法。

本书着眼于增强现实交互理论及其实现方法,对制约增强现实交互性水平的核心技术的“注册技术”进行了较为系统的介绍和研究,包括增强现实注册的空间坐标体系架构、理论模型、关键参数、求解方法、注册稳定性的影响要素分析等。此举的目的是为读者呈现增强现实注册的完整模型,并帮助其把握增强现实注册的核心问题和内在本质,为研究新的注册算法和开发增强现实应用系



统打下基础。至于对增强现实交互方法的研究,本书力图既呈现相对传统的交互方法(如基于标志的交互),又呈现最新的研究成果(如基于自然特征点的注册、视觉交互等)。理论联系实际是编著本书遵循的一个基本原则,因此结合作者团队的应用开发项目,本书较为系统地将增强现实应用系统开发的基本思路、基本流程,以及如何应用本书的理论模型与算法等都一一呈现给读者。希望读者能够通过本书掌握基本原理、理论与方法,并能够从中学习到实际工程应用系统的开发技术,共同推动增强现实技术的创新与应用。

多年来,本书作者及所在课题组在虚拟现实与增强现实研究中获得了多项研究基金和研究计划项目的资助,其中有国家自然科学基金项目、广东省科技计划项目、广州市科技计划项目、国家质量监督检验检疫总局项目等的资助。作者对这些研究基金和研究计划给予的资助表示衷心的感谢!本书的研究成果得益于作者所在的课题团队,需要特别感谢李晋芳副教授、胡兆勇副教授、莫建清讲师、韦宇炜讲师、杨贤助理研究员为营造良好团队氛围所起的带头作用!二十多年来,大家彼此尊重,崇尚学术,无论在何种境况下都保持了对虚拟现实/增强现实研究的专注,并积极将技术付诸应用。此外,还要感谢为团队研究做出贡献的历届博士生、硕士生!

武汉理工大学陈定方教授、华中科技大学孙容磊教授等专家审阅了本书,他们对书稿的完善提出了很多宝贵建议,在此表示最诚挚的谢意!感谢课题组朱腾博士后、梁剑斌博士、陈永彬博士、邹序焱博士等在本书撰写过程中提供的支持与帮助!他们为本书的付梓做出了很大的贡献。

增强现实内容十分广泛,涉及诸多学科领域,在发展过程中有些概念和提法还不统一,加之作者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正!

作者

2018年12月于广州

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 增强现实概述	(1)
1.1.1 增强现实的内涵	(1)
1.1.2 增强现实与虚拟现实的区别	(2)
1.1.3 增强现实的特点	(4)
1.2 增强现实人机交互技术所面临的挑战	(4)
1.3 增强现实在各行业的应用	(9)
1.3.1 增强现实在工业上的应用	(9)
1.3.2 增强现实在医疗上的应用	(12)
1.3.3 增强现实在娱乐游戏行业中的应用	(13)
1.3.4 增强现实在教育行业中的应用	(14)
1.4 本书主要内容	(15)
参考文献	(16)
第 2 章 增强现实的理论基础与设备	(22)
2.1 增强现实的空间坐标系	(22)
2.1.1 成像坐标系	(23)
2.1.2 观察坐标系(摄像机坐标系)	(24)
2.1.3 世界坐标系	(26)
2.1.4 虚拟世界坐标系	(26)
2.2 摄像机成像模型及其标定方法	(26)
2.2.1 摄像机成像模型	(27)
2.2.2 摄像机的标定方法	(30)
2.3 摄像机位姿估算	(35)
2.4 增强现实常用设备	(37)
2.4.1 摄像机	(37)



2.4.2 跟踪传感器	(39)
2.4.3 体感交互设备	(41)
2.4.4 可穿戴增强显示设备	(42)
参考文献	(45)
第3章 基于标识的增强现实交互方法	(47)
3.1 基于标识的注册算法原理	(47)
3.2 基于正方形标识的增强现实系统基本算法原理	(49)
3.2.1 正方形标识的设计思路	(49)
3.2.2 基于正方形标识的增强现实系统的坐标系定义	(51)
3.2.3 正方形标识的注册算法原理	(52)
3.2.4 正方形标识的编码识别	(54)
3.2.5 基于标识注册算法的影响因素讨论	(56)
3.3 基于正方形标识的交互方法与基本算法原理	(60)
3.3.1 常见的基于正方形标识的交互方法	(61)
3.3.2 基于正方形标识的交互方法基本算法原理	(62)
3.4 基于 ARToolKit 开发包的增强现实系统实现流程	(65)
3.4.1 ARToolKit 开发包的工作原理	(65)
3.4.2 ARToolKit 开发包的开发前准备	(65)
3.4.3 ARToolKit 开发包的开发框架	(67)
参考文献	(68)
第4章 基于数据手套的增强现实交互方法	(70)
4.1 数据手套的功能分析	(70)
4.1.1 数据手套的基本参数	(70)
4.1.2 数据手套的标定方法	(72)
4.2 数据手套的交互语义模型	(75)
4.2.1 交互场景设计	(75)
4.2.2 交互语义模型	(76)
4.3 基于数据手套的手势识别算法	(81)
4.3.1 操作意图判断的基本思路	(81)
4.3.2 静态手势识别	(82)
4.3.3 动态手势识别	(86)
参考文献	(88)

第 5 章 基于机器视觉的交互方法	(89)
5.1 基础理论与方法	(89)
5.1.1 徒手交互的基本处理流程	(89)
5.1.2 双手交互的操作意图判断方法	(90)
5.2 基于普通摄像头的徒手交互方法与实现	(93)
5.2.1 复杂背景下的手部分割算法	(93)
5.2.2 基于关键特征点的手势识别算法	(102)
5.3 基于 Kinect 传感器的体感交互方法与实现	(112)
5.3.1 Kinect 传感器介绍	(112)
5.3.2 Kinect 传感器应用交互场景要求	(113)
5.3.3 Kinect SDK 输出的传感数据	(113)
5.3.4 Kinect 传感器观察坐标系	(116)
5.3.5 Kinect 传感器体感交互方法	(116)
参考文献	(119)
第 6 章 基于移动终端的增强现实交互方法	(120)
6.1 移动增强现实的场景重构与处理	(120)
6.1.1 场景重构数学模型	(121)
6.1.2 场景重构流程与误差分析	(123)
6.1.3 场景点云重构	(124)
6.2 移动增强现实中的摄像机跟踪	(131)
6.2.1 摄像机跟踪框架	(131)
6.2.2 基于稀疏光流的摄像机姿态估计	(134)
6.2.3 基于语义 SLAM 的摄像头跟踪优化	(140)
6.2.4 摄像机跟踪的应用	(150)
6.3 移动增强现实的交互方法与实现	(153)
6.3.1 基于触摸屏的交互	(153)
6.3.2 移动增强现实中的视觉式交互	(163)
参考文献	(170)
第 7 章 增强现实人机交互应用系统开发	(172)
7.1 基于移动端的油泵拆装训练系统的设计与实现	(172)
7.1.1 案例的背景与意义	(172)
7.1.2 系统的设计方案	(173)



7.1.3	算法原理	(180)
7.1.4	系统实现	(183)
7.2	基于数据手套的车间布局系统的设计与实现	(185)
7.2.1	案例的背景与意义	(185)
7.2.2	系统硬件平台设计	(186)
7.2.3	系统软件平台设计	(188)
7.2.4	车间布局的交互语义模型	(193)
7.2.5	车间布局系统的实现	(194)
7.3	正方形标识工具车间布局系统的设计与实现	(197)
7.3.1	案例的背景与意义	(197)
7.3.2	系统的设计方案	(198)
7.3.3	算法原理	(204)
7.3.4	系统实现	(206)
7.4	体感交互技术在虚拟机器人示教中的应用	(209)
7.4.1	案例的背景与意义	(209)
7.4.2	系统设计方案	(210)
7.4.3	系统实现	(212)
7.4.4	程序实现原理与要点	(219)
7.5	基于 HoloLens 的布线辅助系统的设计与实现	(223)
7.5.1	案例的意义与背景	(223)
7.5.2	系统的设计方案	(224)
7.5.3	系统实现	(228)



第 1 章 绪 论

1.1 增强现实概述

1.1.1 增强现实的内涵

增强现实(augmented reality, AR)技术是在虚拟现实(virtual reality, VR)技术的基础之上发展起来的一种能把计算机生成的信息(二维图形文字信息或三维图像信息等)叠加到真实环境中,从而起到有效强化人们对真实场景的感觉和认识的新技术。其概念由 Wellner 等人^[1]在 1993 年首次提出。增强现实技术在初期定义被局限为应用透视式头盔显示器对真实场景进行信息增强的技术,其对用户的感知也仅仅局限于视觉上的增强。随着增强现实技术的进一步研究与深化,特别是多媒体技术的长足发展,经 Milgram^[2]、Ronald 等人对增强现实技术及其应用系统的定义进行了进一步的完善与扩展后,学术界普遍认同的一个观点是增强现实技术必须具有三个基本特征^[3]:虚实融合、实时交互以及三维注册。这一观点的提出令增强现实技术不再局限于某一种特定的技术,不仅仅是在视觉上进行增强,而且还可以是对声音、触觉、味觉以及嗅觉等方面的增强^[4]。

Milgram 等在 1994 年设计了一个虚拟现实连续体(virtuality continuum)模型,如图 1.1 所示。根据该模型的描述,从虚拟到现实是连续且没有突破的。根据 Milgram 的定义,增强现实是整个连续体上的一个阶段,它是把少量虚拟对象添加到真实环境中,并通过虚拟对象增强人类对真实环境的感知与理解。当虚拟对象比真实物体还要多的时候,则被称为增强虚拟(augmented virtuality)。混合现实(mixed reality, MR)则包含了增强现实与增强虚拟,即同



一体验环境中只要既有虚拟对象又有真实物体,就可以被认为是混合现实。

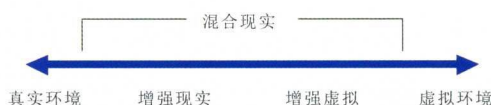


图 1.1 虚拟现实连续体

随着增强现实技术逐步从实验室走向实际应用,并受到媒体关注,大众对增强现实与混合现实的认知开始发生较大的变化,二者的概念也开始发生变化。增强现实逐渐被认为是通过透视式设备(如手机、平板电脑、视频透视式眼镜或光学透视式眼镜等)把计算机所产生的数字信息简单地叠加在真实世界之上,以达到增强用户对真实世界的理解的目的的技术。这里所说的增强现实不一定需要满足实时交互的要求。而混合现实则与学术界所定义的严格意义上的增强现实概念基本一致,即计算机所产生的数字信息(三维模型或二维图像等)需要与真实环境完全融合(即虚拟物体与真实世界实现几何一致与光照一致)并具有高效可靠的实时交互能力。比较有代表性的是:微软在推出 HoloLens 头显装置时,再三强调该装置是混合现实装置,以此与谷歌推出的增强现实眼镜区分开来。从虚拟物体与真实环境之间的融合方式来看,增强现实与混合现实之间的区别如图 1.2 所示。

只是简单地把三维模型叠加在真实世界之上

三维模型与真实世界进行无缝融合



(a)增强现实



(b)混合现实

图 1.2 增强现实与混合现实的区别

本书后面所介绍的增强现实技术包含了目前增强现实技术及混合现实技术的所有特点。

1.1.2 增强现实与虚拟现实的区别

如图 1.3 所示,增强现实技术虽然是在虚拟现实技术的基础上发展起来的,与虚拟现实技术有着一定的共同点,但却又与虚拟现实技术有着明显

区别^[5,6]。

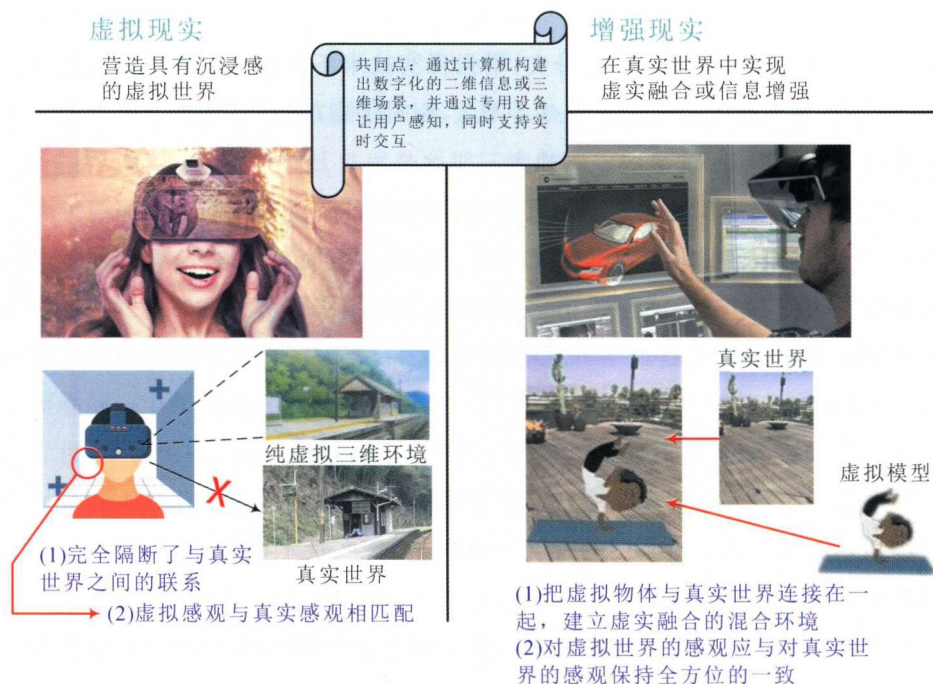


图 1.3 虚拟现实与增强现实之间的异同

1. 与真实环境之间的关系不一样

虚拟现实强调把用户与真实环境完全隔离开来，从而使用户完全沉浸于计算机所生成的虚拟环境中去。而增强现实则强调虚拟物体与真实环境之间的相互融合，它强调通过虚拟物体(或文字等)对真实环境进行补充，以增强用户对真实环境的体验。

2. 关于注册精度的含义不一样

在虚拟现实系统中，注册精度主要是指虚拟环境与用户实际感观的相匹配程度。而在增强现实系统中，注册精度则主要是指虚拟物体与真实环境之间的全方位对准程度^[7]。直观地说，一个人在真实世界以 5 km/h 的速度在跑，在虚拟现实系统中，可以让他觉得自己是以 100 km/h 的速度在“飞奔”，而在增强现实系统中，却仍然只能让他感觉自己是以 5 km/h 的速度在跑。即虚拟现实系统仅强调感观上的匹配，用户进行了跑的动作，其在虚拟现实系统中就应该要有跑的感觉，但速度等尺度并不要求与真实一致，而增强现实系统却要求所有尺度都必须完全一致。



1.1.3 增强现实的特点

作为虚拟现实技术的一个分支,增强现实技术不仅继承了虚拟现实技术的特点,并且还具有虚实结合的特点。因此,相对于虚拟现实技术,增强现实技术具有以下优势。

1. 计算机对虚拟物体的描述更简练、更集中^[8]

由于增强现实系统并不是要把用户与真实环境完全隔离开来,因而计算机不需要再构建一个庞大而复杂的虚拟场景,只需集中于对关键的虚拟物体的显示与处理上,从而减轻了计算机的图形处理压力,使系统对虚拟物体的管理更简洁、更高效。

2. 沉浸感、真实感更强^[9]

增强现实技术利用真实的场景作为背景,将虚拟物体放置在真实的环境之中与用户进行各种不同类型的交互,相对虚拟现实技术而言,能让用户产生更强的沉浸感。

增强现实技术克服了传统沉浸式虚拟现实技术所存在的诸如图形处理压力大、显示清晰度不足以及用户无法与真实世界取得联系等问题,为工业设计、模拟实验、医疗辅助、军事等方面的图形实现提供了新方法、新思路。

1.2 增强现实人机交互技术所面临的挑战

从本质上讲,虚拟现实与增强现实都是借助计算机信息技术生成的虚拟世界来实现人与数字世界的之间的交互,从而强化人对现实世界的体验与认知。因此,尽管虚拟现实与增强现实两者之间具有诸多明显的不同,但还都具有“交互性”这一共同特征。虚拟现实、增强现实将为未来的信息系统和信息世界提供一种革命性的操作界面,必将改变目前我们仍在使用的通过二维的输入设备(鼠标、键盘)或二维触摸屏与计算机进行交互的传统人机交互方式,也必将改变诸如产品设计、设备(生活设施)操作与管理、培训学习等过程中的人机交互方式。增强现实不仅仅带来了人与信息世界进行交互的视觉体验上的变革(不再受限于屏幕上显示),更重要的是它还带来了人与计算机交互方式的重大变革。正因为如此,研究增强现实人机交互方法与技术就显