

全球科技巨头高度关注的黑科技

医学 混合现实

主审●陈孝平 院士
主编●叶哲伟

副主编●
吴星火 刘 融 鲁 通
张 波 吴 强 靳海峰

MEDICAL MIXED REALITY

图像呈现技术的颠覆性改变，央视、新华社等多家媒体关注报道



扫码观看混合现实视频



扫码观看央视报道视频



扫码任意角度观察3D模型

长江出版传媒
Changjiang Publishing & Media

湖北科学技术出版社
HUBEI SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

医学 混合现实



MEDICAL MIXED REALITY



主审●陈孝平 院士

主编●叶哲伟

副主编●

吴星火 刘 融 鲁 通

张 波 吴 强 靳海峰



图书在版编目(CIP)数据

医学混合现实/叶哲伟主编. —武汉:湖北科学技术出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5706-0155-4

I. ①医… II. ①叶… III. ①计算机应用—医学—研究 IV. ①R319

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 042984 号

责任编辑:冯友仁

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:027—87679447

地 址:武汉市雄楚大街 268 号

邮编:430070

(湖北出版文化城 B 座 13—14 层)

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:武汉市金港彩印有限公司

邮编:430023

787×1092

1/16

18.125 印张

510 千字

2018 年 5 月第 1 版

2018 年 5 月第 1 次印刷

定价:198.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

《医学混合现实》

编 委 会

主 审 陈孝平

主 编 叶哲伟

副 主 编 吴星火 刘 融 鲁 通 张 波 吴 强 靳海峰

编 者 (按姓氏拼音排序)

阿卜杜力提普江·阿布都热依木 北京维卓致远医疗科技发展有限公司

艾山江 新疆博尔塔拉蒙古自治州人民医院

安 颖 华中科技大学同济医学院附属普爱医院

巴 塔 新疆博尔塔拉蒙古自治州人民医院

白玉名 北京维卓致远医疗科技发展有限公司

曹东兵 沈阳军区总医院

曹志强 沈阳军区总医院

陈 凌 中国人民解放军总医院

程 才 华中科技大学同济医学院附属同济医院

蔡敏芳 华中科技大学同济医学院附属协和医院

陈孝平 华中科技大学同济医学院附属同济医院

邓 杨 湖北省孝感市第一人民医院

范 李 华中科技大学同济医学院附属协和医院

冯 聪 中国人民解放军总医院

冯国栋 中国医学科学院北京协和医院

冯立平 河南省新乡市中心医院

冯晓波 华中科技大学同济医学院附属协和医院

高 飞 华中科技大学同济医学院附属协和医院

高 原 中国人民解放军总医院

郜 勇 华中科技大学同济医学院附属协和医院

谷 佳 中国医科大学附属第一医院

郭学刚 空军军医大学西京消化病医院

韩国鑫 中国人民解放军第 306 医院

贺 蕾 美国芝加哥大学医学院

洪 攀 华中科技大学同济医学院附属协和医院

胡 滨 辽宁省肿瘤医院

胡晨明	北京维卓致远医疗科技发展有限公司
胡家朗	华中科技大学同济医学院附属普爱医院
黄 玮	华中科技大学同济医学院附属协和医院
靳海峰	中国人民解放军白求恩国际和平医院
李 涛	中国人民解放军总医院
李 欣	北京维卓致远医疗科技发展有限公司
李文韬	湖北省仙桃市中医医院
李云靖	中国人民解放军总医院
李衷怡	华中科技大学水电与数字化工程学院
刘 融	武汉科技大学附属普仁医院
刘 阳	中国人民解放军总医院
刘慧峰	中国人民解放军第 309 医院
刘嘉霖	中国人民解放军总医院
刘世博	辽宁省肿瘤医院
刘先哲	华中科技大学同济医学院附属协和医院
鲁 通	北京维卓致远医疗科技发展有限公司
陆 林	华中科技大学同济医学院附属普爱医院
马永富	中国人民解放军总医院
孟晓东	中国人民解放军白求恩国际和平医院
潘 菲	中国人民解放军总医院
彭义兵	华中科技大学机械科学与工程学院
宋 越	华中科技大学同济医学院附属协和医院
宋海晶	中国人民解放军第 306 医院
苏秀云	中国人民解放军第 307 医院
孙 立	贵州省人民医院
谭 珂	中国人民解放军总医院
唐 超	湖北省洪湖市中医医院
田 旭	中国医学科学院北京协和医院
童 伟	华中科技大学同济医学院附属协和医院
涂双强	湖北省黄冈市中医医院
王 峰	大连医科大学附属第一医院
王 晶	华中科技大学同济医学院附属协和医院
王金龙	华中科技大学同济医学院附属协和医院
王俊文	华中科技大学同济医学院附属普爱医院
王耀东	福建省人民医院

魏宏权	中国医科大学附属第一医院
吴 强	华中科技大学同济医学院附属协和医院
吴磊玲	澳大利亚悉尼光谱医院
吴星火	华中科技大学同济医学院附属协和医院
夏 天	华中科技大学同济医学院附属协和医院
夏海发	华中科技大学同济医学院附属协和医院
谢 卯	华中科技大学同济医学院附属协和医院
徐 松	华中科技大学同济医学院附属协和医院
杨 操	华中科技大学同济医学院附属协和医院
杨 磊	华中科技大学同济医学院附属协和医院
姚尚龙	华中科技大学同济医学院附属协和医院
叶哲伟	华中科技大学同济医学院附属协和医院
尹 琳	中日友好医院
于明安	中日友好医院
余新光	中国人民解放军总医院
俞辰斌	江苏省中西医结合医院
喻 杰	华中科技大学同济医学院附属协和医院
袁建林	空军军医大学西京医院
张 波	华中科技大学同济医学院附属协和医院
张必翔	华中科技大学同济医学院附属同济医院
张 更	空军军医大学西京医院
张 浩	中国人民解放军总医院
张 亮	中国人民解放军第 306 医院
张 明	武汉科技大学附属普仁医院
郑 刚	北京维卓致远医疗科技发展有限责任公司
张宏宇	重庆医科大学附属第一医院
张加尧	华中科技大学同济医学院附属协和医院
张建军	新疆博尔塔拉蒙古自治州人民医院
朱 鹏	华中科技大学同济医学院附属同济医院
张志才	华中科技大学同济医学院附属协和医院
赵 宇	北京协和医院
赵振宇	中国人民解放军总医院
周礼兵	湖北省孝感市第一人民医院

主编助理 张志才

主编简介



叶哲伟 华中科技大学同济医学院附属协和医院骨科医院主任医师、博士研究生导师。中华医学会骨科分会创新与转化学组委员，中国研究型医院学会数字骨科学组副组长，国际矫形与创伤外科学会（SICOT）中国部创伤学会、肩肘外科学会委员，国家卫生健康委员会“十年百项计划”创伤治疗专家，国际内固定和创伤治疗基金会（OTC）中国讲师团成员，美国芝加哥 RUSH 医学中心交流访问学者，SICOT 中国部数字骨科学会湖北省分会主任委员，湖北省医学 3D 打印联盟临床医疗首席专家，湖北省百佳医生。

主持国家自然科学基金课题、湖北省重大专项研发基金、人社部和省卫生健康委员会等课题共 7 项，目前在国内外优秀期刊发表论文 30 余篇，其中 SCI 收录 7 篇，中华级 9 篇。获湖北省科技进步二等奖 1 次，国家发明专利 3 项。

在媒体及网站发表科普及宣传文章 500 余篇，获湖北省专业新闻一等奖 2 次、武汉市专业新闻一等奖 1 次、其他新闻奖多次。

2010 年 4 月，率领华中科技大学同济医学院附属协和医院医疗队赴青海玉树参加地震伤员救治工作，出色完成救援任务，荣获国家最高级别表彰，被中共中央、国务院、中央军委联合授予“全国抗震救灾英模”称号；2015 年获得中华医学会“方圆工程”骨科医生手术视频大赛全国总决赛“梦想导师”称号。

2017 年 6 月 26 日，带领团队成功实施全球首例混合现实技术引导下的髌骨骨折手术；2018 年 1 月 8 日，成功实施全球首例混合现实技术三地远程联合会诊手术。中央电视台、新华社、湖北日报（整版）、湖北电视台、湖南卫视台等多家媒体，以及武汉市人民政府网、湖北省人民政府网、中央人民政府网、腾讯网、新浪网、今日头条网等多家网络媒体，都对相关新闻进行了专题报道。

主要专业方向：各类骨折的治疗及康复、危急重症创伤、复杂骨与关节及软组织损伤、脊柱脊髓损伤、骨质疏松症、混合现实技术、计算机手术导航、3D 打印技术在骨科领域中的应用。

序言一

随着数字技术在医学领域的应用普及，作为一门新兴的交叉学科，混合现实（mixed reality, MR）技术展现出蓬勃的生命力。混合现实技术是继虚拟现实（virtual reality, VR）技术、增强现实（augmented reality, AR）技术之后，图形学领域出现的全新数字全息影像技术。

混合现实的定义是介于真实世界和数字世界之间的所有技术。虚拟现实是纯虚拟数字画面，而增强现实是虚拟数字画面加上数字化现实，混合现实是虚拟数字画面加上裸眼现实。根据史蒂夫·曼的理论，“混合现实和增强现实的区别在于：混合现实通过一个摄像头让你看到裸眼都看不到的物体影像，增强现实只管叠加虚拟环境而不管现实本身。”虚拟与现实之间的界限被打破，给医学应用的创新带来了无限可能。正因为体现了这样的特性，混合现实技术一出现就受到了国际社会强烈的关注，纷纷期望其在各自行业应用上带来巨大的创造力。哈佛大学医学院、梅奥医院等医学殿堂级机构也毫不吝啬地预测，混合现实将给医学带来巨大的变革。

《医学混合现实》的编者们的来自国内医学各专业领域著名的专家及相关工程技术人员。在阅读书稿期间，我深深地被书中图片和视频所吸引。本书全面总结了目前我国在相关领域混合现实技术研究和应用的最新进展，内容丰富，图文并茂，有很强的学术价值和使用价值，适合广大对医学混合现实感兴趣的读者们阅读。

中国科学院院士

华中科技大学同济医学院附属同济医院外科学系主任

陈孝平

2018年3月1日于武汉

序言二

21 世纪以来，随着计算机图形处理技术，以及 CT、MRI、B 超等影像学技术的飞速发展，诸多新技术如计算机辅助外科手术（CAS）、计算机集成外科学（CIS）、影像导航外科手术（IGS）等越来越多地应用到现代医疗领域。混合现实（mixed reality, MR）技术是继虚拟现实（virtual reality, VR）技术、增强现实（augmented reality, AR）技术之后，图形学领域出现的全新数字全息影像技术，是一门新兴的前沿交叉学科。

混合现实技术将计算机虚拟模型引入和融合到使用者所看到的真实世界中，在虚拟世界、现实世界和用户之间搭起一个交互反馈的信息回路，以增强用户体验的真实感。混合现实技术将成为另一个医学创新的智慧之眼，将与其他数字化技术一道推进新时代医学的创新。混合现实将患者信息（影像等）、医生的知识与经验（手术计划）、真实的患者（身体）、操作的手（医生的手、器械）通过医生的眼睛在统一空间中融合，激发医生的无限创造力，这种创造力将成为数字化医疗创新的核心动力。混合现实技术的出现，将给医学教育培训、医学研究、医学沟通和临床治疗等方面带来颠覆式的变化。当前，混合现实、虚拟现实、增强现实技术在欧美等发达国家已经成为信息化医学应用的热门前沿技术，随着数字技术在医学领域的应用普及，展现出诱人的前景。

叶哲伟教授在国内最早将混合现实技术应用于骨科临床的教学、术前设计与术中指导，立体、逼真地显示出这一新技术的应用价值与前景，起到了引领、示范作用。由叶哲伟教授主编的《医学混合现实》一书，是国内将混合现实技术与医学各学科相结合的第一部专著，全面总结了目前国内外医学领域混合现实技术研究和应用的最新进展。本书条理清晰、内容新颖、文字简练、图文并茂，范例视频实用性强，适合于所有对数字骨科、对混合现实技术感兴趣的朋友。相信本书的出版，定会对我国医学领域开展混合现实这一前沿技术有所裨益，乃由此作序。

SICOT 中国部数字骨科学会主任委员

空军医科大学西京骨科医院院长

空军医科大学全军骨科研究所所长



2018 年 3 月 10 日于西安

前言

混合现实 (mixed reality, MR) 技术是虚拟现实 (virtual reality, VR) 技术和增强现实 (augmented reality, AR) 技术的进一步发展, 在众多领域都有诱人的应用前景。几乎我们身边的一切, 在不久的将来都可能受到混合现实技术的影响。混合现实技术最核心的特性是打破了数字世界与物理世界的界限, 从而将数字化技术多年的量变积累突破到质变。混合现实技术系统具备三个主要特征: 现实与虚拟世界结合、实时交互性和精确的匹配性。

本书以科学而精练的语言阐释了混合现实技术的技术原理和发展历程, 集中展示了混合现实技术在医学领域的研究应用及所取得的最新研究成果, 涵盖基础医学、内外科学、超声影像学、介入放射、康复医学、手术导航、远程会诊等方面的全新内容。

目前混合现实技术在医学上的应用刚刚起步, 可以参考的文献和书籍极少。因此, 本书邀请的作者基本上都是国内在各自领域第一批使用混合现实技术的医学专家学者, 他们为此付出了巨大的艰辛和努力, 对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢! 同时还要特别感谢北京维卓致远医疗科技发展有限责任公司的技术团队, 他们为此书的顺利完成提供了大量卓有成效的支持和帮助。

为更好地展示混合现实技术, 本书中收录了大量的图片和视频, 扫描本书中的二维码, 即可观看相关的混合现实视频和 3D 影像资料。尽管我们做了很多努力, 但由于编写时间仓促, 加之面对这一新技术, 我们经验水平有限, 缺点和不足之处难免, 恳请各位专家同行多多指正, 以便我们再版时进行更正和补充完善。

中华医学会骨科分会创新与转化学组委员
中国研究型医院学会骨科创新与转化分会数字骨科学组副组长

SICOT 中国部数字骨科学会湖北省委员会主任委员
华中科技大学同济医学院附属协和医院骨科医院教授

叶哲伟

2018 年 4 月 5 日于武汉

目 录

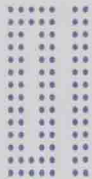
CONTENTS

第一章 混合现实技术概论	1
第一节 虚拟现实技术与增强现实技术	1
第二节 混合现实技术原理	9
第三节 混合现实技术发展历程与技术现状	15
第四节 混合现实技术应用前景	26
第二章 混合现实技术在解剖学教学中的应用	34
第一节 解剖学及其实验课的发展现状	34
第二节 虚拟技术在解剖学的应用现状	37
第三节 混合现实技术在解剖学实验教学应用中的优势	39
第三章 混合现实技术在超声医学培训中的应用	43
第一节 超声医师培训现状	43
第二节 混合现实技术应用与超声医师培训的可行性与前景展望	44
第三节 超声医师通过混合现实技术与手术医师团队的沟通	45
第四节 混合现实技术对超声医师技能水平的提升	46
第四章 混合现实技术在介入手术培训中的应用	48
第一节 介入手术医师培训现状	48
第二节 混合现实技术应用于介入手术医师培训的优势	50
第三节 混合现实技术在介入手术培训及临床应用前景	52
第五章 混合现实技术在骨科手术培训中的应用	58
第一节 骨科手术医师培训现状	58
第二节 混合现实技术应用于骨科手术医师培训中的优势	61
第三节 混合现实技术在骨科手术培训及临床应用前景	65
第六章 混合现实技术在临床疾病诊断中的应用	69
第一节 混合现实技术在内科疾病诊断中的应用	69
第二节 混合现实技术在外科疾病诊断中的应用	71
第三节 混合现实技术在医学影像学诊断中的应用	75

第七章 混合现实技术在骨科临床中的应用	79
第一节 混合现实技术在创伤骨科中的应用	79
第二节 混合现实技术在关节骨科中的应用	89
第三节 混合现实技术在人工关节翻修中的应用	90
第四节 混合现实技术在脊柱骨科中的应用	93
第五节 混合现实技术在肿瘤骨科中的应用	98
第八章 混合现实技术在泌尿外科中的应用	103
第一节 混合现实技术在肾脏部分切除术中的应用	103
第二节 混合现实技术在经皮肾镜碎石手术中的应用	107
第三节 混合现实技术在男科疾病诊断治疗中的应用	110
第四节 混合现实技术在完全内生性肾肿瘤机器人肾部分切除中的应用	110
第九章 混合现实技术在耳鼻咽喉头颈外科手术中的应用	114
第一节 混合现实技术在耳鼻喉科手术中的应用概况	114
第二节 混合现实技术在耳鼻喉科手术中的应用实例	116
第三节 混合现实技术在耳鼻喉科手术中的应用局限及展望	117
第四节 混合现实技术在甲状腺及甲状旁腺消融中的应用	119
第五节 混合现实技术应用于骨导助听器植入的手术规划及实现	120
第六节 混合现实技术应用于颞骨外科技术培训	126
第十章 混合现实技术在胃肠外科中的应用	135
第一节 混合现实技术在胃肠外科中的应用概况	135
第二节 混合现实技术在腹膜后肿瘤中的应用	138
第十一章 混合现实技术在肝胆外科中的应用	142
第一节 混合现实技术在肝切除术前评估的重要性	142
第二节 混合现实技术在术前沟通中的作用	144
第三节 混合现实技术在肝切除术中的导航作用	145
第四节 混合现实技术肝切除术应用实例分享	146
第十二章 混合现实技术在心脏大血管外科中的应用	149
第一节 心脏大血管外科的影像技术现状	149
第二节 心脏大血管外科影像技术进展	150
第三节 混合现实技术在心脏大血管外科中的应用	150
第十三章 混合现实技术在急诊医学中的应用	155
第一节 混合现实技术提高急、危重症诊断的时效性、精准性	155

第二节	混合现实技术提高急救技术的水平	156
第三节	混合现实提高急诊介入放射学水平	159
第四节	混合现实在创伤救治中的应用	159
第十四章	混合现实技术在军事战创伤及灾难现场急救中的应用	162
第一节	战创伤及灾难现场救治现状	162
第二节	混合现实技术在战场潜在可存活伤亡救治中的应用	162
第三节	混合现实技术让战士将医学专家带在身边	164
第四节	混合现实技术与军人健康数据结合的展望	164
第十五章	混合现实技术在神经外科临床中的应用	166
第一节	混合现实技术在神经外科手术规划中的应用	166
第二节	混合现实技术在神经外科教学及远程医疗中的应用	170
第十六章	混合现实技术在消化系统疾病诊疗中的临床应用	173
第一节	消化系统疾病的特点及诊疗发展演变	173
第二节	混合现实技术在消化系统疾病中的应用可行性	174
第三节	混合现实技术在胆胰疾病中的临床应用	177
第四节	混合现实技术在肝硬化食道胃底静脉曲张中的临床应用	179
第十七章	混合现实技术在胸外科中的应用	181
第一节	混合现实技术在胸外科手术中的应用概述	181
第二节	混合现实技术在胸外科手术中的应用实例	183
第三节	混合现实技术在胸外科中的应用局限与展望	187
第十八章	混合现实技术在外科远程医疗中的应用	189
第一节	我国远程医疗的发展现状	189
第二节	混合现实技术在远程手术会诊中的应用	190
第三节	全球首例混合现实技术三地远程会诊手术	193
第四节	混合现实技术在远程医学教育中的应用	198
第十九章	混合现实技术在麻醉领域中的应用	201
第一节	混合现实技术在麻醉教学中的应用前景	201
第二节	混合现实技术在临床麻醉中的应用前景	203
第三节	混合现实技术在麻醉领域仍存在的不足及前景展望	206
第二十章	混合现实技术在康复医学中的应用	208
第一节	混合现实技术在运动康复中的作用	208
第二节	混合现实技术在认知康复中的作用	214

第二十一章	混合现实技术在医学沟通中的应用	220
第一节	建立患者混合现实诊疗档案	220
第二节	病情讨论及手术方案的精准制订	220
第三节	医患沟通	223
第四节	医护之间、不同学科间医师沟通	226
第二十二章	混合现实技术在手术导航中的应用	230
第一节	手术导航系统的发展历程	230
第二节	基于混合现实技术的导航技术的优势	232
第三节	混合现实定位跟踪技术	234
第四节	图像配准技术	235
第五节	图像处理计算方法	236
第二十三章	星图系统在临床中的应用	240
第一节	星图系统概述	240
第二节	星图系统成像原理	241
第三节	星图系统的临床应用及前景	247
第二十四章	星影系统在临床中的应用	250
第一节	星影系统概述	250
第二节	星影系统操作介绍	251
第三节	星影系统的临床应用及前景	256
第二十五章	寰枢椎骨折三维立体成像观测	259
第一节	寰椎骨折三维立体成像观测	259
第二节	枢椎骨折三维立体成像观测	262
第二十六章	骨盆骨折三维立体成像观测	267
第一节	骨盆骨折概况	267
第二节	骨盆骨折三维立体成像观测	269



第一章

混合现实技术概论

第一节 虚拟现实技术与增强现实技术

一、虚拟现实技术

1. 虚拟现实技术的概念

虚拟现实(virtual reality, VR)技术,又称灵境技术,是利用计算机构造与真实世界相似的数字化虚拟环境(virtual environment, VE),通过输出设备提供给用户关于视、听、触等感官模拟,使用户仿佛身临其境,及时、无限制地观察三维空间内的事物,通过各种输入设备与虚拟环境中的事物进行交互。20世纪80年代初,美国VPL公司拉尼尔(Joaron Lanier)首次提出“virtual reality”。20世纪末,这项综合性信息技术才真正兴起。它是在计算机图形技术、计算机仿真技术、多媒体技术、图像处理与模式识别技术、人工智能技术、网络技术等基础上发展起来的交叉学科,是对现代仿真技术的突破和发展。虚拟现实技术就是要利用各种先进的硬件技术及软件工具,设计出合理的硬件、软件及交互手段,使参与者能交互地观察和操纵系统生成的虚拟世界。虚拟现实技术由于其超仿真效果被广泛应用于产品展示、工业制造、医学诊疗、教育培训等领域。另外,虚拟现实技术还可有效降低成本,如在轨道交通行业,尤其是在种类繁多的铁路信号设备方面,通过虚拟仿真系统可实现设备内部结构360°可视化,并能针对特定设备进行操作及施工作业,由于不受场地、设备资源的限制,可使用户培训、维修指导等费用大大降低。

2. 虚拟现实技术的主要特征

虚拟现实技术具有超越现实的虚拟性。其中沉浸性(immersion)、交互性(interaction)和构想性(imagination),即通常所说的“3I”,是虚拟现实技术最基本特征。①沉浸性是指用户感到作为主角存在于模拟环境中的真实程度,即计算机技术所具有的视觉感知之外,还有听觉感知、力觉感知、触觉感知、运动感知,甚至还包括味觉感知、嗅觉感知等。理想的模拟环境应该具有一切人所具有的感知功能,达到使用户难以分辨真假的程度。②交互性是指用户进入虚拟环境后,不仅可以通过各类先进的传感器获得逼真的感受,而且可以用自然的方式对虚拟环境中的物体进行操作。在计算机生成的这样虚拟环境中,人们可以利用一些传感设备进行交互,感觉就像是在真实客观世界中一样。③构想性强调虚拟现实技术应具有广阔的可想象空间,可拓宽人类认知范围,不仅可再现真实存在的环境,也可以随意构想

客观不存在的甚至是不可能发生的环境(图 1-1)。对时空环境的现实构想(即启发思维,获取信息的过程)是虚拟现实的最终目的。这些特征使操作者能够进入一个由计算机生成的交互式三维虚拟环境中,与之产生互动,进行交流。通过参与者与仿真环境的相互作用,并借助人本身对所接触事物的感知和认知能力,启发参与者的思维,全方位获取环境所蕴含的各种空间信息和逻辑信息。虚拟现实技术因其可操作性、高仿真性和可重复性等优点,已成为当今多媒体辅助医学手术及教学的重要发展方向之一。

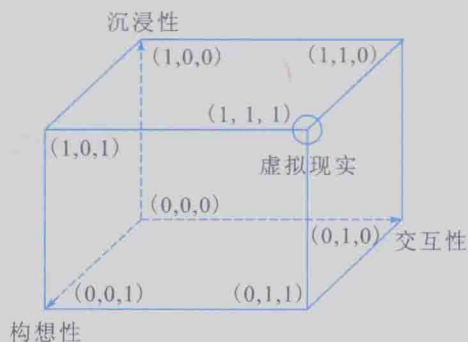


图 1-1 虚拟现实技术的特征

引自:殷润民.虚拟现实综述[D].第十一届中国体视学与图像分析学术年会论文集.

3. 虚拟现实系统的组成

一般的虚拟现实系统主要由专业图形处理计算机、应用软件系统、输入设备和演示设备等组成,即人们可以通过视觉、听觉、触觉等信息通道感受到设计者思想的高级用户界面(图 1-2)。

硬件平台:由于虚拟世界本身的复杂性及计算实时性的要求,产生虚拟环境所需的计算量极为巨大,这对计算机的配置提出了极高的要求。目前,国外的虚拟现实系统一般配有美国硅图工作站(Silicon graphics,SGI)或 SUN Microsystem 公司工作站,大型的虚拟现实系统,采用的是计算机并行处理系统。当前的研究趋于桌面虚拟现实系统,它价格较低、易于实现的同时又能满足虚拟现实的部分特征要求,因而将会得到更为广泛的应用。

软件系统:软件系统是实现虚拟现实技术应用的关键。虚拟现实技术在国内的应用比国外早,目前具有代表性的桌面虚拟现实技术有:Web3D 中的 X3D、VRML、Java3D、Cult3D Viewpoint、Atmosphere,以及应用于服务器上的 SuperscapeVRT、EAI、Sense8 World Tool Kit、MPIVega 等,它们为虚拟现实技术在虚拟医学系统中的应用提供了工具。

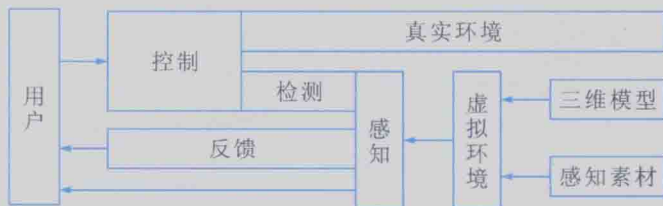


图 1-2 虚拟现实技术的组成

4. 虚拟现实技术在外科手术中的应用

传统的手术训练一般是采用现场观察和操作,以及动物实验等方法进行的,这些方法都存在一些缺点,如不能重复进行,可能会给操作对象带来一定程度的伤害。虚拟现实技术使这一工作变得简单易行。由于虚拟现实技术能够虚拟出“真实的世界”,可为操作者提供一个极具真实感和沉浸感的训练环境,运用该技术可以使医务工作者沉浸于虚拟的场景内,体验并学习如何应付各种临床手术的实际情况,通过视、听、触觉感知等多种器官了解和學習各种手术实际操作。虚拟环境还为操作者提供了方便的三维交互工具,可以模拟手术的定位与操作;在高性能的计算机环境下,还可以对手术者的操作给出实时地响应,如在外力作用下的软组织形变、撕裂、缝合等,使手术者操作的感觉就像在真实人体上手术一样,既不会对患者造成生命危险,又可以重现高风险、低概率的手术病例。由于虚拟手术训练系统具有低代价、零风险、可重复性、自动指导的优点,可以迅速高效地提高学习者的手术操作技能,具有广阔的应用前景(图 1-3、图 1-4)。



图 1-3 内窥镜下手术模拟系统

随着虚拟现实技术软、硬件的不断发展,国际上已出现了不少基于虚拟现实的手术训练系统。目前虚拟手术模拟系统主要涉及耳鼻颌面外科、矫形外科、神经外科、虚拟内窥镜等方面。临床医师将医学影像数据输入到系统中,将原始图像格式转换为计算机方便处理的格式,并对图像进行减噪、提高信噪比和消除图像的伪影,通过分割提取感兴趣区域或待手术部位,对同一部位不同模态图像进行配准和融合,然后可视化立体结构得到直观的三维立体模型显示。最后调用交互操作程序,对可视化三维立体模型再进行一系列的交互操作如旋转、缩放、平移、切割、测量、组合,以及虚拟假体植入等来实现手术模拟。例如,Choi 等研制了食管镜手术模拟训练系统,该系统能够使受训者感受到与虚拟软组织的接触并显示食管的变形和切割。美国的 Teeranoot 等设计了基于有限元软组织切割的手术仿真器;日本的 Yusuke 等设计了高质量体可视化的虚拟手术仿真系统;德国的 Fuchs 等采用 CT 数据进行三维重建,并对儿童肝脏血管畸形设计了手术仿真治疗规划系统;Wang 等研制了神经外科手术训练模拟系统,该系统通过可实时更新脑组织形变的三维立体显示和双手力反馈装置,能够模拟手术器械的穿刺、牵引与切割。此外,还有子宫镜手术训练模拟器、白内障手术中的后囊连续环形撕囊术训练模拟器,外科清创术模拟训练系统,用于计划与实施唇腭裂修补手术的模拟系统。Banks 等将 20 名住院医师分为两组,一组利用输卵管结扎术训练模拟器进行训练;另一组采用传统方法进行训练。结果表明,使用模拟器的受训者在知识的掌握和技能的操作上都明显优于对照组。van-Dongen 等利用 Lapsmi 微创手术模拟器对不同资历的医师进行训练,结果证明,模拟器不仅能提高新医师的手术操作技能,而且对于有经验的医师也有帮助,有经验的医师在把新的手术技术应用于临床之前能反复地进行模拟,以防止医疗差错的发生。国内的研究人员近年来也开发了各类虚拟手术训练系统,如解放军总医院与国防科技大学共同开