

国防信息类专业规划教材



虚拟现实技术及应用

Virtual Reality Technology and Applications

■ 殷宏 綦秀利 廖湘琳 张所娟 余晓晗 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国防信息类专业规划教材

虚拟现实技术及应用

Virtual Reality Technology and Applications

殷 宏 綦秀利 廖湘琳 张所娟 余晓晗 编著



国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是在长期的本科和研究生教学实践、科学研究以及参考国内外大量相关资料、书籍的基础上编写的。内容以虚拟现实基本理论和技术为基础,重点突出虚拟现实理论的应用实践,注重虚拟现实技术与军事应用相结合,具有较强的综合性。

全书共分为10章,可分为4个部分。第一部分为第1章概述,介绍了虚拟现实技术的基本概念、组成、起源和发展历史以及军事应用。第二部分为第2章和第3章,介绍了虚拟现实系统中的新型人机接口设备,其中第2章介绍了数字化输入设备,如三维跟踪设备、三维扫描仪、触觉与力反馈设备等;第3章重点介绍视觉设备,如立体显示系统、数字头盔和立体眼镜等。第三部分是第4章至第8章,重点介绍虚拟环境生成方法,其中第4章介绍纹理映射技术,以提高虚拟环境的逼真度;第5章介绍多分辨率模型的生成,以提高虚拟环境渲染的实时性;第6章介绍大规模战场环境的建立,介绍了数字沙盘的生成方法;第7章讲述作战仿真实体在虚拟环境中的动态控制;第8章讲述了虚拟海洋场景的实现。第四部分为实践部分,介绍了基于开源代码 OpenSceneGraph (OSG) 的虚拟现实系统的实现,其中第9章讲述了 OpenSceneGraph、第10章讲述了基于 OpenSceneGraph 的 OSGEarth 的 API 接口及用法。

本书可作为军事运筹学、军事仿真技术、指挥信息系统等专业的本科生及研究生的参考教材,也可作为相关科研人员参考书目。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术及应用/殷宏等编著.—北京:国防工业出版社,2018.7

ISBN 978-7-118-11468-3

I.①虚… II.①殷… III.①虚拟现实-高等学校-教材 IV.①TP391.98

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 325962 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市德鑫印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14½ 字数 343 千字

2018 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1-3000 册 定价 56.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717



殷宏 1967年6月生于安徽黄山市。现为解放军理工大学指挥信息系统学院教授。长期从事军事仿真工程、计算机应用领域的教学和科研工作。先后参与多项全军重大科研项目。获军队科技进步一等奖1项，二等奖4项、三等奖4项，发表各类论文50余篇。获军队育才银奖，荣立三等功2次。



綦秀利 1972年11月生于山东省莱州市。现为解放军理工大学指挥信息系统学院副教授。长期从事军事仿真工程、数据工程领域的教学和科研工作。先后参与多项全军重大科研项目。获军队科技进步二等奖4项，发表各类论文20余篇。获军队育才银奖，荣立三等功1次。

国防信息类专业规划教材
编审委员会

主任 戴 浩

委员 (按姓氏笔画排序)

王 海 王智学 刘晓明 张东戈

张宏军 曹 雷 郝文宁 徐 伟

董 强 裘杭萍

信息化战争使信息成为影响和支配战争胜负的主要因素,催化着战争形态和作战方式的演变。近20年来在世界范围内爆发的几场局部战争,已充分显现出信息化战争的巨大威力,并引发了以信息化建设为核心的新军事变革浪潮。为顺应时代潮流,迎接未来挑战,中央军委审时度势,提出了“建设信息化军队、打赢信息化战争”的战略目标,并着重强调提高基于信息系统的体系作战能力。为此,我们除了要装备一大批先进的信息化主战武器系统外,还需要研制相应的指挥信息系统。

指挥信息系统又称综合电子信息系统、指挥自动化系统,即外军的C4ISR系统,其核心是指挥控制系统,或C2系统、指挥所信息系统。我军指挥信息系统建设已有30多年的历史,此间积累了宝贵的经验教训。梳理深化对指挥信息系统建设规律的认识,有助于我们在新的起点上继续前进。

早在20世纪90年代中后期,我军有关部门就曾分别组织编写过指挥自动化系列丛书、军队指挥自动化专业统编系列教材,21世纪初又有人编写过指挥与控制技术丛书,至于近十多年来,有关指挥信息系统方面的专著、译著,更是络绎不绝,异彩纷呈。鉴于信息技术的发展日新月异,系统工程建设水平的日益提高,虽然系统工程的基础理论、基本原理没有根本的变化,但其实现技术、工程方法却不断有新的内容补充进来。所以众多论著的出版,既是信息系统自身演进特点的使然,也是加强我军信息化人才队伍建设实际需求的反映。

2012年,陆军工程大学(原解放军理工大学)组织一批专家学者,编写出版了一套国防信息类专业系列教材,包括《指挥信息系统》《指挥信息系统需求工程方法》《战场信息管理》《指挥所系统》《军事运筹学》《作战模拟基础》《作战仿真数据工程》和《作战模拟系统概论》共八本,受到了军队院校、军工研究所及广大读者的热烈欢迎和好评。四年来,军事信息技术仍在不断地发展中,为反映这些军事信息领域的技术与变化,他们又编写了《战场数据通信网》《信息分析与处理》《指挥控制系统软件技术》《系统可靠性原理》《指挥信息系统评估理论与方法》《虚拟现实技术及其应用》《军事数据工程》等七部教材,并对《指挥信息系统》教材进行了较大幅度的修订与完善。

与已有出版物相比,我深感这套丛书有如下特点:

一是覆盖面广、内容丰富。该系列教材中,既有对指挥信息系统的全面介绍,如《指挥信息系统》《指挥信息系统需求工程方法》《指挥信息系统评估理论与方法》《战场信息管理》《战场数据通信网》;也有针对指挥控制系统的专门论著,如《指挥所系统》《指挥控制系统软件技术》;还有针对军事信息系统的相关理论与技术,如《信息分析与处理》《系统可靠性原理》《军事数据工程》;以及军事系统仿真方面的有关教材,如《军事运筹学》《作战模拟基础》《虚拟现实技术及其应用》等。它们涵盖了基本概念、基础理论与技术、系统建设、军事应用等方面的内容,涉及到军事需求工程、系统设计原理、综合集成开发方法、数据工程、信息管理及作战模拟仿真等热点技术。系列教材取材合理、相互配合,涵盖

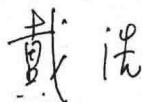
了作战和训练领域的主要内容,构成了指挥信息系统的基础知识体系。

二是军事特色鲜明,紧贴军队信息化建设的需要。教材的编著者多年来一直承担全军作战和训练领域重大科研任务,长期奋战在军队信息化建设第一线,是军队指挥信息系统建设的参与者和见证人。他们利用其在信息技术领域的优势,将工程建设的实践总结提炼成书本知识。因此,该套教材能紧密结合我军指挥信息系统建设的实际,是对我军已有理论研究成果的继承、总结和提升。

三是注重教材的基础性和科学性。作者在教材的编著过程中,强调运用科学方法分析指挥信息系统原理,在一定程度上避免了以往同类教材过于注重应用而缺乏基础性、原理性、科学性的问题。系列教材除大量引用了军内外系统工程的建设案例外,还瞄准国际前沿,参考了外军最新理论研究成果,增强了该套教材的前瞻性和先进性。

总之,本系列教材内容丰富、体系结构严谨、概念清晰、军事特色鲜明、理论与实践结合紧密,符合读者的认知规律,既适合国防信息类专业的课堂教学,也可用作全军广大在职干部提升信息化素养的自学读物。

中国工程院院士



2016年8月

随着新军事革命的到来,军队在作战理论、战争形态、军队结构、军事训练、高技术武器等方面发生了革命性的变化。要打赢信息化条件下的局部战争,关键在于从实战出发,以平时严格的科学训练为基础,应用高科技手段,利用信息化工具,采用计算机模拟改革训练方式和方法。科学技术的发展促使军队为了适应未来信息化条件下联合作战的需要,必须提高军队与信息的融合能力,提高对信息的理解能力。这种信息处理方法已不再是建立在一个单维的数字化的信息空间上,而是建立在一个多维的信息空间、一个定性和定量相结合、感性认识和理性认识相结合的综合集成环境。

美国国防部和军方认为:虚拟现实将在武器系统性能评价、武器操纵训练及指挥大规模军事演习三方面发挥重大作用。制定了战争综合演示厅计划(Synthetic Theater of War, STOW)、联合仿真演练环境(Joint SIMulation System, JSIMS)、WARSIM 2000(WARfighters' SIMulation 2000)及虚拟座舱、RED 1st Application、卫星塑造者等应用环境,并在核武器试验及许多局部战争中进行了应用,如2002年末美军针对中东沙漠地带进行的联合演练系统JDPE(Joint Synthetic Battlespace Experiment)。结果表明:目前虚拟现实在军事方面的应用占全部应用的12.7%,仅次于娱乐、教育及艺术方面的21.4%,居第二位。

虚拟现实技术作为计算机技术中前沿的应用,在军事领域越来越受到重视,如可以建立逼真的、虚拟的战场环境,指战员可以在该环境下进行作战训练,使受训者最大限度地贴近实战。参训人员不再只能通过打印输出或显示屏幕的窗口去获取单维信息处理,而是能通过视觉、听觉、触觉,以及形体、手势或口令参与到多维信息空间中去,以获得身临其境的体验。虚拟现实技术是支撑这个多维信息空间的关键技术,它把计算机从善于处理数字化的单维信息改变为善于处理人所能感受到的、在思维过程中所接触到的、除了数字化信息之外的其他各种表现形式的多维信息。

正是由于对身临其境的真实感和超越现实的虚拟性的追求,以及建立个人能够沉浸其中,超越其上进出自如交互作用的多维信息系统推动了虚拟现实技术在军事应用的发展与应用,并已显示出一定的实用性,且技术潜力巨大,应用前景十分广阔。

按照信息化条件下联合作战人才培养的要求,首先从虚拟现实的原理出发,结合具体军事应用,既有理论也有实践,突出实践教学环节,以提高学员的实际动手能力和应用能力。本书实用性较强、内容较全面,可作为仿真工程及相关专业高年级本科生和研究生教材,也可供从事计算机模拟仿真的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,参阅了大量的相关文献和资料,参考文献未能一一列出,在此谨向作者们一并致以衷心感谢。

鉴于编者水平有限,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2017年5月



廖湘琳 1978年4月生于湖南省祁阳市。现为解放军理工大学指挥信息系统学院副教授。长期从事系统仿真、作战模拟等领域教学和科研工作。先后参与多项全军重大科研项目，获军队科技进步二等奖2项、三等奖11项。发表各类论文20余篇。荣立三等功一次。



张所娟 1983年10月生于江苏省扬州市。现为解放军理工大学指挥信息系统学院讲师。长期从事系统仿真、作战模拟等领域教学和科研工作。先后参与多项军内外科研项目。发表论文20余篇，其中EI检索3篇。



余晓晗 1985年3月生于江西省九江市。现为解放军理工大学指挥信息系统学院讲师。长期从事军事运筹、数据工程等领域教学和科研工作。先后参与多项军内外科研项目。发表论文20余篇，其中SCI检索10余篇。

第 1 章 绪论	1
1.1 虚拟现实的基本概念.....	1
1.1.1 虚拟现实定义	2
1.1.2 虚拟现实特点	3
1.1.3 虚拟现实特征	3
1.1.4 虚拟现实研究内容	4
1.2 虚拟现实系统的组成.....	4
1.2.1 虚拟环境产生设备	5
1.2.2 人与虚拟环境之间的人机交互设备	5
1.3 虚拟现实的起源与发展.....	6
1.3.1 虚拟现实的起源	6
1.3.2 虚拟现实的发展	7
1.4 军事领域应用.....	8
1.4.1 虚拟战场环境	8
1.4.2 进行单兵模拟训练.....	10
1.4.3 进行指挥员训练.....	11
1.4.4 近战战术训练.....	12
1.4.5 实施诸军兵种联合演习.....	12
1.4.6 武器装备的预先研究.....	13
1.4.7 三维数字沙盘.....	14
1.4.8 在防灾减灾工程中的应用.....	15
第 2 章 新型人机接口设备	17
2.1 虚拟现实系统中人机接口系统的构成	17
2.2 三维定位跟踪设备	18
2.2.1 电磁跟踪设备.....	19
2.2.2 声学跟踪设备.....	20
2.2.3 光学跟踪设备.....	22
2.2.4 机械跟踪设备.....	24
2.2.5 惯性跟踪设备.....	25
2.2.6 综合跟踪设备.....	26
2.2.7 跟踪设备的性能指标.....	27
2.3 数字化输入设备	28

2.3.1	数据手套	29
2.3.2	浮动鼠标器	31
2.3.3	力矩球	32
2.3.4	数据衣	33
2.4	触觉与力觉反馈	34
2.4.1	触觉装置	34
2.4.2	力反馈设备	36
2.4.3	液压舱	39
2.5	三维扫描仪	40
2.5.1	机械扫描仪	40
2.5.2	激光扫描仪	41
2.5.3	图像扫描仪	41
2.6	虚拟现实的音频系统	42
第3章	立体显示	45
3.1	立体成像原理	45
3.2	计算机立体图像	46
3.3	立体显示方法	48
3.3.1	分色法	48
3.3.2	分时法	49
3.3.3	分光法	50
3.3.4	光栅法	52
3.3.5	自由立体显示技术	52
3.4	典型立体显示系统	53
3.4.1	头盔显示器	53
3.4.2	Stereo Monitor	56
3.4.3	ImmersaDesk	56
3.4.4	手持式显示器(BOOM)	57
3.4.5	洞穴式虚拟环境(CAVE)	58
3.4.6	PowerWal	58
第4章	纹理映射	60
4.1	纹理的定义	61
4.1.1	离散法定义	61
4.1.2	连续函数法定义	62
4.1.3	参数法定义	62
4.2	二维纹理映射	62
4.2.1	纹理坐标值的确定	62
4.2.2	两步法纹理映射	64

4.2.3	几何纹理映射	65
4.3	环境映射	66
4.3.1	立方体环境映射	67
4.3.2	球面环境映射	68
4.4	mip-map 纹理映射	71
4.4.1	mip-map 纹理映射技术	71
4.4.2	mip-map 纹理映射算法实现	72
4.4.3	clip-map 纹理	73
第5章	多分辨率模型	75
5.1	LOD 概述	75
5.1.1	LOD 的基本思想	75
5.1.2	LOD 分类	77
5.2	误差测度	79
5.2.1	几何距离误差	80
5.2.2	曲率	82
5.2.3	屏幕误差	83
5.2.4	属性误差	84
5.3	视点相关计算	85
5.3.1	视区内/外判断	85
5.3.2	表面方向判断	87
5.3.3	对象屏幕投影判断	88
5.4	典型的 LOD 模型生成算法	89
5.4.1	近平面合并法	89
5.4.2	几何元素(顶点/边/面)删除法	90
5.4.3	重新划分算法	91
5.4.4	聚类算法	91
5.4.5	小波分解算法	92
第6章	大规模战场地形建立	93
6.1	概述	93
6.2	地形分割	95
6.2.1	网格构网方式	95
6.2.2	四叉树结构	96
6.2.3	二叉树结构	97
6.3	误差度量	98
6.3.1	基于视点距离的误差度量	99
6.3.2	基于几何空间误差的度量方式	99
6.3.3	基于屏幕投影误差的度量方式	100

6.4	基于硬件细分的 LOD 地形算法	100
6.4.1	硬件构网的地形渲染算法	101
6.4.2	分块二叉树组织结构	101
6.4.3	活动节点的判定与视锥体裁剪	103
6.4.4	细分队列的生成与更新	104
6.4.5	基于连续视点距离的地形块细分	104
6.4.6	Patch 地形块间的无缝细分	106
6.4.7	细分计算着色器中的置换贴图	107
第 7 章	仿真实体模型的动态控制	108
7.1	碰撞检测技术	108
7.1.1	碰撞检测技术基本原理	108
7.1.2	轴向包围盒的碰撞检测	111
7.1.3	包围球的碰撞检测	113
7.1.4	方向包围盒检测算法	114
7.1.5	离散方向多面体检测法	116
7.2	地形匹配	118
7.2.1	点匹配	119
7.2.2	线匹配算法	120
7.2.3	面匹配算法	121
7.2.4	四点匹配算法	123
7.2.5	六点匹配算法	124
7.2.6	其他使用约束的三点匹配算法	124
7.3	地形匹配投影点的查找	125
7.3.1	RSG 中点的查找	125
7.3.2	TIN 中点的查找	126
7.3.3	投影点高程的计算	127
7.3.4	点的查找优化	128
7.3.5	参考点计算	130
7.3.6	姿态与突变控制	131
第 8 章	海面建模绘制技术	132
8.1	波浪建模绘制技术	132
8.1.1	波浪的基础概念	132
8.1.2	波浪建模方法	132
8.1.3	折射和绕射仿真	135
8.2	岛礁近岸海浪仿真	137
8.2.1	岛礁近岸波浪建模	137
8.2.2	波浪的卷曲和破碎	138

8.3	波浪的折射和绕射	139
8.3.1	障碍和遮挡作用	140
8.3.2	岛礁背浪侧绕射	141
8.4	波浪的绘制	142
8.4.1	折射和绕射绘制	142
8.4.2	层次细节模型建立	143
第9章	基于 OSG 的仿真系统	145
9.1	OSG 简介	145
9.1.1	OSG 概述	145
9.1.2	OSG 体系结构(图 9.1)	145
9.1.3	OSG 资源	149
9.2	基本场景构建	149
9.2.1	Hello World	149
9.2.2	场景中模型处理	150
9.2.3	模型几何变换	152
9.2.4	模型的拾取	153
9.2.5	几何体创建	155
9.2.6	文字显示	158
9.2.7	广告牌技术	159
9.2.8	LOD	160
9.3	真实感	161
9.3.1	纹理与映射	162
9.3.2	光照	166
9.3.3	阴影	168
9.4	人机交互	170
9.4.1	交互过程	170
9.4.2	使用键盘	171
9.4.3	鼠标	173
9.4.4	漫游	174
9.4.5	视线碰撞检测	177
9.5	粒子系统	179
9.5.1	粒子系统简介	179
9.5.2	预定义的特效	180
9.5.3	自定义的特效	181
9.6	动画	184
9.6.1	节点更新与事件回调	184
9.6.2	简单动画	185
9.6.3	显示模型自带的动画	187

9.6.4	控制开关和自由度	187
第 10 章	基于 osgEarth 的地理环境仿真	190
10.1	osgEarth 介绍	190
10.2	建立地图 Map	191
10.2.1	配置文件中进行加载	192
10.2.2	非配置文件加载	193
10.3	经纬度及高程信息显示	195
10.3.1	求经纬度坐标	195
10.3.2	求高程数据	195
10.3.3	求精确高程数据	195
10.3.4	经纬度信息显示实例	196
10.4	实体模型加载	197
10.4.1	运行时加载模型(图 10.5)	197
10.4.2	配置文件中加载	198
10.5	注记	199
10.5.1	PlaceNode	199
10.5.2	LabelNode	199
10.5.3	画线	200
10.5.4	画圆	200
10.5.5	绘制椭圆	201
10.5.6	绘制多边形	201
10.5.7	绘制矩形	202
10.5.8	绘制图标	202
10.5.9	绘制挤出多边形	202
10.6	矢量数据加载	203
10.6.1	运行时加载	203
10.6.2	配置文件中加载	204
10.7	一个完整的数字城市程序分析	206
参考文献	211

现代仿真技术可以让部队在逼真的战场环境中反复、节省、安全地训练各类作战行动,增强其现实战场环境意识,使其在实兵实弹演习前业已具备相当熟练的作战技能。而且通过模拟,充分运用以计算机为核心的现代模拟技术实现军事训练的跃升,以最大的效费比实现战斗力的有机生成,甚至可以超前训练尚未装备的武器系统,为应对未来战争做准备。科索沃战争之后,美军更加重视把新技术尤其是以计算机为主体的数字化模拟技术引入训练领域,从而从技术上解决了作战训练的一系列技术性难题。在解决作战训练的“真实性”问题上,主要借助虚拟现实技术,提高模拟训练的仿真度;在解决部队训练的“规模性”问题上,主要借助网络技术,把大部队与联合训练纳入日常训练课目。网络技术使部队足不出户便可参与各种训练,这为多军种联合训练、盟国的联军训练以及现役与后备役的合练提供了极大的方便。

提高军队战斗力的途径:一是新武器装备及技术不断的开发并装备部队;二是持续有效的部队训练演习。但实际上,训练往往由于经费短缺和环境限制等因素而不能发挥应有作用。计算机模拟演习通过将仿真系统和指挥自动化系统等组合在一个人工战场环境中,为部队提供一个近似于真实的战时情境,引导部队从基于装备、场地的训练演习发展到基于器件和仿真的训练演习,从而可以成倍地提高训练消耗与效果比。而且,随着计算机技术水平的提高,战术单元已广泛运用于部队各层次的训练演习,并会在今后的部队训练演习中发挥更大的作用。随着军队信息化进程的加快,以信息技术为先导的高技术战争对武器装备的精确性和信息含量要求日益提高,使得作战训练与仿真、武器装备发展与评估、战场工程规划等走向信息化、虚拟化、智能化和数字化的崭新发展阶段。

1.1 虚拟现实的基本概念

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术,是 20 世纪末发展起来的一项为科学界和工程界所关注的综合集成技术,它涉及计算机图形学、计算机仿真技术、人机接口技术、多媒体技术、传感技术、人工智能等领域。虚拟现实技术的兴起,为人机交互界面的发展开创了新的研究领域;为智能工程的应用提供了新的界面工具;为各类工程的大规模的数据可视化提供了新的描述方法。虚拟现实是以计算机技术为核心的现代高新技术,是利用计算机生成一种逼真的模拟环境,并通过多种传感设备使用户沉浸到该环境中去,使用户完全置身于由计算机创造的神奇的虚拟世界。虚拟现实是一种虚拟的可交替更迭的三维虚拟环境,用户可以借助必要的设备,通过自然的交互进入该虚拟环境。简单地说,虚拟现实是由计算机生成,通过听觉、视觉、触觉、味觉等作用于用户,使用户产生身临其境的感觉的

交互视景仿真。

“应用和需求是技术发展的推动力”，虚拟现实技术是美国军方开发研究出来的一项计算机技术，主要用于军事仿真。美国国防部和军方认为：虚拟现实将在武器系统性能评价、武器操纵训练及指挥大规模军事演习三方面发挥重大作用。美军军方战争综合演示厅计划(STOW)、防务仿真交互网络计划、综合战役桥计划及虚拟座舱、卫星塑造者等应用环境，并将虚拟现实技术在核武器试验及许多局部战争中进行了应用。虚拟现实技术在20世纪80年代才开始作为一个完整的体系受到人们的高度关注，目前已成为信息技术领域中继多媒体技术、互联网技术之后的研究热点。

1.1.1 虚拟现实定义

Javon Lanier 是最早提出 Virtual Reality 概念的学者，按其说法，虚拟现实又称假想现实，意味着“用电子计算机合成的人工世界”。由此可以清楚地看到，这个领域与计算机有着不可分离的密切关系，信息科学是合成虚拟现实的基本前提。

Ivan Sutherland 在1965年发表了“终极显示”(The Ultimate Display)一文，首次提出了包括具有交互图形显示、力反馈设备以及声音提示的虚拟现实系统的基本思想，提出7个设想：

- (1) 通过“窗口”来展示虚拟的世界。
- (2) “窗口”展示出的世界真假难辨。
- (3) “窗口”展示出的虚拟世界是由计算机实时生成。
- (4) 用户可以直接操控该虚拟世界中的对象。
- (5) 用户对虚拟世界中的对象操控是自然的。
- (6) 可以通过头盔来实现在虚拟世界的沉浸感。
- (7) 虚拟世界在听觉、嗅觉、味觉等方面也是极其逼真的。

从此，人们正式开始了对虚拟现实系统的研究探索历程。虚拟现实技术可以理解为用计算机技术来生成一个逼真的三维视觉、听觉、触觉或嗅觉等感觉世界，让用户可以从自己的视点出发，利用自然的技能和某些设备对这一生成的虚拟世界客体进行浏览和交互考察。

虚拟现实是指一种由软件和硬件组成的可以创建和体验虚拟世界的计算机系统。虚拟世界(Virtual World, VW)就是全体虚拟环境(或给定仿真对象的全体)。其中虚拟环境(Virtual Environment, VE)是由计算机生成的，通过视觉、听觉、触觉、味觉等作用于用户，使之产生身临其境感觉的交互式视景仿真。

虚拟现实是计算机生成的给人多种感官刺激的虚拟世界(环境)，是一种高级的人机交互系统。在此定义中强调了两点：

- (1) 计算机生成的虚拟现实系统必须是一个能给人提供视觉、听觉、触觉、嗅觉，以及味觉等多种感官刺激的世界。这里强调的是：虚拟现实系统不能只由一种感官刺激构成。根据目前技术水平，虚拟现实通常由视觉、听觉和触觉3种感官刺激构成。
- (2) 虚拟现实系统实质上是一种人机交互系统，而且是一种高级的人机交互系统，因为这里的交互操作是对多通道信息进行的，并且对沉浸式系统要求采用自然方式的交互