

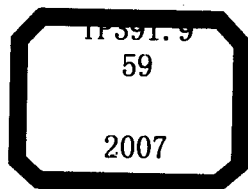
国防科技大学学术专著出版基金资助

虚拟仿真系统导论

王 炜 包卫东 张茂军 等编著

国防科技大学出版社

国防科技大学学术
专著出版基金资助



虚拟仿真系统导论

王 炜 包卫东 张茂军 编著
熊志辉 徐 玮

国防科技大学出版社
·长沙·

内容简介

本书讨论了虚拟仿真的基本概念、原理、相关技术和系统构建方法。本书在内容组织上偏重从虚拟现实角度进行阐述,注重结合实际应用,最后两章以案例方式讨论了具体的虚拟仿真应用系统的设计与实现。

本书适合于虚拟现实与仿真应用领域的广大科技工作者、工程技术人员参考使用,也适合用作相关专业研究生的教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟仿真系统导论/王伟等编著. —长沙:国防科技大学出版社,2007.1

ISBN 7-81099-383-6

I. 虚… II. 王… III. 计算机仿真 IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 133075 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:耿 筠 责任校对:唐卫薇

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×960 1/16 印张:17.5 字数:343 千

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-2000 册

*

ISBN 7-81099-383-6/TP·48

定价:28.00 元

前 言

半个多世纪以来,仿真技术在信息技术的推动下,已经发展成为与物理试验、理论推导并列为人类认识客观规律的三种方法,而且正在发展成为人类认识、改造和创造客观世界的一项通用性、战略性技术。同时,人们对仿真技术的期望也越来越高,过去,人们只用仿真技术来模拟某个物理现象、设备或简单系统;今天,人们要求能用仿真技术来描述复杂系统,甚至由众多不同系统组成的系统体系。这就要求仿真技术需要进一步发展,并吸纳、融合其他相关技术。

虚拟仿真技术是仿真技术与虚拟现实技术相结合的产物。虚拟仿真技术以构建全系统统一的完整的虚拟环境为典型特征,并通过虚拟环境集成与控制为数众多的实体。实体可以用一些简单的数学模型或模拟器,也可以是其他的虚拟仿真系统。实体在虚拟环境中相互作用,或与虚拟环境作用,已表现客观世界的真实特征。虚拟仿真技术的这种集成化、虚拟化与网络化的特征,充分满足了现代仿真技术的发展要求。

我国研究人员较早就注意到仿真技术的巨大发展潜力,投入了较大的人力、财力对该项技术进行了长期的跟踪、研究与应用,也产生了一大批研究成果。系统论述仿真技术的原理、设计、关键技术与应用的专著也不少,但还没有系统论述虚拟仿真技术的著作。

本书阐述了虚拟仿真技术的概念、原理、软硬件环境、技术方法和应用案例等。由于虚拟仿真属于交叉技术领域,涉及面很广,无法在一本书中进行全面的讨论,本书根据具体情况对虚拟仿真领域的内容做了一定的取舍,只能看作是对虚拟仿真领域的一个尝试性的系统论述,是否恰当,还有待读者评判。希望本书能起到抛砖引玉的作用。

本书共 10 章,由王炜和包卫东负责统稿,具体组织和分工如下:第

1章“绪论”由王炜负责;第2章“虚拟仿真系统硬件基础”由张茂军负责;第3章“虚拟环境实时渲染方法”由徐玮负责;第4章“战场环境仿真”由包卫东负责,高辉、王江锋参与了编写;第5章“自由立体显示技术”由王炜负责,陈旺参与了编写;第6章“虚拟仿真建模方法与工具”由熊志辉负责,王云丽、高辉参与了编写;第7章“虚拟仿真开发工具”由熊志辉负责,王云丽、高辉参与了编写;第8章“高层体系结构”由王炜负责,智利丁参与了编写;第9章“基于真实地景的三维飞行再现系统”由王炜负责,高辉参与了编写;第10章“地震救援虚拟仿真系统设计与应用”由张茂军负责。

本书的出版得到国防科学技术大学出版社、信息系统与管理学院的大力支持,在此表示真挚的感谢!本书中引用的主要参考文献已在每章后面附录的参考文献中一一列出,在此对参考文献的作者表示深深的敬意和真挚的感谢!

由于虚拟仿真系统是一个全新的、多学科交叉的领域,加之作者水平有限,书中难免出现错误和不当,敬请读者批评指正。

作 者

2006年10月

目 录

第1章 绪 论

1.1 仿真、虚拟现实与虚拟仿真	(1)
1.1.1 仿真	(1)
1.1.2 虚拟现实	(3)
1.1.3 虚拟仿真	(4)
1.1.4 需要区分的几个概念	(7)
1.2 虚拟仿真系统发展概况	(9)
1.3 虚拟仿真系统组成	(12)
1.4 虚拟仿真系统应用	(14)
1.5 本书的组织	(17)

第2章 虚拟仿真系统硬件基础

2.1 3-D 位置跟踪器	(18)
2.1.1 交流电磁跟踪器	(19)
2.1.2 直流电磁跟踪器	(21)
2.1.3 超声波跟踪器	(22)
2.2 传感手套	(23)
2.2.1 VPL 数据手套	(23)
2.2.2 PowerGlove	(24)
2.2.3 CyberGlove	(25)
2.4 数据衣	(26)
2.5 触觉和力反馈的装置	(28)
2.6 立体显示设备	(31)

2.6.1 HMD	(31)
2.6.2 BOOM	(33)
2.6.3 立体眼镜	(33)
2.6.4 立体投影显示	(34)
2.7 SGI 并行可视化系统	(35)
2.8 基于 PC 集群的并行渲染系统	(37)
2.8.1 概述	(37)
2.8.2 并行渲染机制性能比较	(41)
2.8.3 PC 集群式并行渲染系统结构	(43)
2.8.4 PC 集群并行渲染典型软件平台	(44)

第 3 章 虚拟环境实时渲染方法

3.1 几何造型	(48)
3.1.1 多面体造型	(48)
3.1.2 曲面造型	(54)
3.1.3 曲线、曲面表示的基础知识	(54)
3.1.4 Bezier 曲线与 Bezier 曲面	(55)
3.1.5 B-样条曲线和曲面	(56)
3.2 光照模型	(58)
3.2.1 Lambert 漫反射模型	(59)
3.2.2 Phong 模型	(61)
3.3 三维观察	(63)
3.3.1 观察坐标	(63)
3.3.2 投影	(67)
3.3.3 观察体	(71)
3.3.4 Z 缓存器算法	(73)
3.4 纹理映射	(74)
3.4.1 二维纹理映射的基本原理	(74)
3.4.2 建立纹理映射	(75)
3.4.3 Catmull 算法	(76)

3.4.4 Blinn 方法	(79)
3.4.5 两步法纹理映射	(81)
3.4.6 三维纹理映射技术	(84)
3.5 真实感声音生成技术	(85)
3.6.1 三维虚拟声空间	(85)
3.6.2 3DVA 的基本理论	(85)
3.6.3 HRTF 方法	(87)

第4章 战场环境仿真

4.1 战场环境仿真概述	(89)
4.1.1 战场环境	(89)
4.1.2 战场环境仿真	(90)
4.2 战场环境建模标准 SEDRIS	(92)
4.2.1 SEDRIS 概述	(92)
4.2.2 数据表示模型	(94)
4.2.3 环境数据编码规范	(96)
4.2.4 空间参考模型	(97)
4.2.5 SEDRIS 接口规范	(98)
4.2.6 SEDRIS 传输格式	(99)
4.3 三维地形仿真	(99)
4.3.1 数字高程模型	(99)
4.3.2 规则格网模型和不规则格网模型	(101)
4.3.3 三维地形可视化	(102)
4.3.4 数据分割	(104)
4.3.5 LOD 模型	(105)
4.3.6 多分辨率纹理贴图	(108)
4.3.7 场景管理	(110)
4.4 粒子系统仿真	(112)
4.4.1 粒子系统原理	(112)
4.4.2 爆炸效果的粒子模型	(114)

4.4.3 火焰效果的粒子模型	(115)
4.4.4 烟雾效果的粒子模型	(116)

第5章 自由立体显示技术

5.1 立体显示原理	(118)
5.1.1 人眼视觉的三维感知生理和心理	(118)
5.1.2 计算机立体显示原理	(125)
5.1.3 传统立体显示技术	(127)
5.2 自由立体显示技术	(133)
5.2.1 自由立体显示技术简介	(133)
5.2.2 视差照明技术	(136)
5.2.3 视障技术	(137)
5.2.4 微透镜投射技术	(139)
5.2.5 其他技术	(139)
5.3 自由立体显示技术的软硬件实现	(140)
5.3.1 视差图像对的生成算法	(141)
5.3.2 自由立体显示设备实现	(145)
5.4 小结	(151)

第6章 虚拟仿真建模方法与工具

6.1 概述	(152)
6.2 虚拟现实建模语言 VRML	(152)
6.2.1 VRML 简介	(152)
6.2.2 VRML 工作原理	(153)
6.2.3 VRML 基本要素	(154)
6.2.4 VRML 的交互功能	(156)
6.3 虚拟环境造型工具 Multigen Creator	(165)
6.3.1 Multigen Creator 简介	(166)
6.3.2 Multigen Creator 使用界面	(169)
6.3.3 建造第一个实时模型	(170)

6.3.4 模型数据库的层次结构	(174)
第 7 章 虚拟仿真开发工具	
7.1 简介	(177)
7.2 Cg	(177)
7.2.1 Cg 的数据类型	(178)
7.2.2 Cg 运行环境	(178)
7.2.3 一个简单的 Cg 程序	(179)
7.2.4 Cg 标准库函数	(187)
7.3 实时三维视景仿真环境: Vega	(190)
7.3.1 Vega 简介	(190)
7.3.2 Vega 应用开发基本过程	(191)
7.3.3 LynX 图形用户界面	(191)
7.3.4 Vega 应用程序接口	(197)
7.4 虚拟仿真引擎: KD-VSE	(199)
7.4.1 KD-VSE 总体结构	(199)
7.4.2 KD-VSE 的类	(204)
第 8 章 高层体系结构 HLA	
8.1 从分布交互式仿真到高层体系结构	(209)
8.2 高层体系结构 HLA 概述	(212)
8.3 HLA 体系框架组成	(214)
8.3.1 HLA 接口规范	(215)
8.3.2 HLA 规则	(219)
8.3.3 HLA 对象模型模板	(221)
8.4 虚拟仿真对 RTI 的影响	(226)
8.4.1 RTI 结构模式	(226)
8.4.2 虚拟仿真对 RTI 的性能要求	(228)

第9章 基于真实地景的三维飞行再现系统

9.1 三维飞行再现系统功能设计	(233)
9.2 飞机与地景模型的生成与管理	(236)
9.2.1 机身模型的建立	(237)
9.2.2 机舱模型的建立	(237)
9.2.3 大面积地景模型的生成	(237)
9.2.4 大面积地景模型的管理	(238)
9.3 三维飞行再现系统的实现	(242)
9.3.1 事件驱动机制	(242)
9.3.2 各主要功能模块的实现	(243)
9.4 总结	(247)

第10章 地震救援虚拟仿真系统设计与应用

10.1 地震救援训练需求分析	(248)
10.1.1 救援训练的内容	(248)
10.1.2 地震救援器材	(250)
10.1.3 地震救援虚拟仿真系统的功能需求	(251)
10.1.4 地震救援虚拟仿真系统的性能要求	(252)
10.2 系统体系结构设计	(253)
10.2.1 整体结构设计	(253)
10.2.2 组成模块设计	(254)
10.3 系统硬件组成设计	(256)
10.3.1 小组训练系统	(257)
10.3.2 指挥训练系统	(259)
10.3.3 高性能仿真计算节点群	(262)
10.3.4 虚拟仿真控制终端	(263)
10.3.5 训练资源管理服务器	(263)
10.4 系统软件平台选配	(263)

参考文献	(265)
------------	-------

第 1 章 绪 论

仿真(Simulation)技术,或者称模拟技术,在人们不断深化认识自然界客观规律的历程中一直扮演着非常重要的角色。特别是计算机技术的出现与发展,促使仿真技术手段获得突破,使之在军事与民用领域的装备研制、系统论证、训练与维护等方面成为不可缺少的关键技术,并成为信息科技发展的强大推动力之一。今天,仿真技术不仅仅局限于单个设备或系统的模拟,体系与体系对抗的仿真已成为仿真技术研究的热点之一,并由此催生了一批新的仿真技术,虚拟仿真便是现代仿真技术的典型代表。

1.1 仿真、虚拟现实与虚拟仿真

1.1.1 仿真

很多文献对仿真的定义做过阐述。

1961年,G. W. Morgenthater认为“仿真是指在实际系统尚不存在的情况下对系统或活动本质的实现。”

T. H. Naylor对仿真所下的定义为:“仿真是在数字计算机上进行试验的数字化技术,它包括数字与逻辑模型的某些模式,这些模型描述某一事件或经济系统(或者它们的某些部分)在若干周期内的特征。”

Korn在1978年的著作《连续系统仿真》中将仿真定义为“用能代表所研究的系统的模型做实验。”

Jim Ledin在《仿真工程》一书中把仿真定义为“仿真就是采用模型来再现真实情况。模型就是系统、过程或现象的物理的、数学的或其他逻辑的表达。”

胡晓峰等在《作战模拟引论》一书中把仿真定义为“利用模型进行试验的活动。”

美国国防部把仿真定义为:“仿真是描述一个或多个实体或过程的模型在执行上的表现。”

综合上述定义不难看出,仿真是通过模型来描述客观世界的系统、过程或现象;而模型是指对一个系统、实体、现象或过程的描述。

在计算机出现以前,人们一般是在分析真实系统的物理性质的基础上构造系

统的物理模型,并在物理模型上进行实验,这一过程被称为物理仿真。物理仿真存在模型不易改变、投资较大等缺点。计算机技术的出现使数字仿真逐步成为仿真技术的发展主流,在数字仿真中,实际系统被抽象为数学或其他逻辑表达,得到系统的数学模型,通过计算机对数学模型进行运算以发现系统的规律。数学模型与物理模型甚至实物相结合进行实验的过程被称为半实物仿真。

我们通常所说的仿真是指数字仿真。数字仿真主要受限于模型构建技术。如果模型是采用微分方程构建,这种仿真被称为连续系统仿真。连续系统仿真的模型按其数学描述又可分为集中参数系统模型与分布参数系统模型。集中参数系统模型一般用常微分方程(组)描述;分布参数系统模型一般用偏微分方程(组)描述。

模型以面向离散事件、面向进程、面向活动的方法描述的仿真被称为离散事件系统仿真。与连续系统仿真的主要区别在于:模型中的参数变化发生在随机时间点上。由于仿真所针对的对象越来越复杂,这些对象往往不是一个简单的实体或过程,而是由相互作用、相互依存的各种实体组合在一起形成的系统。微分方程往往不足以构建这些对象的模型。因而离散事件系统仿真是系统仿真的主要手段。

通常认为,人类认识自然世界的客观规律有三种方法:理论推演、实物试验与仿真。对于一些复杂系统,如战略战役指挥控制系统,无法得到其数学模型的解析解,也就是说无法进行理论推演。而由于设备、环境、经费等方面的限制,很多情况下无法进行实物试验。这时,仿真便成为认识与研制一个系统的关键步骤。Shannon R. E.认为,有下列情况之一时,应考虑采用仿真的方法。

(1) 不存在完成的数学公式,或者还没有一套解答数学模型公式的方法,离散事件系统中的许多排队模型就属于这种情况;

(2) 虽然可以有解析方法,但数学过程太复杂,仿真可以提供比较简单的求解方法;

(3) 解析解存在而且是可能的,但超出了个人的数学能力,因而应该估计一下,建立模型、检查并且运行仿真模型的费用比起向外求助以获得解析解,何者合算;

(4) 希望在一个较短的时间内能观测到过程的全部历史,以及估计某些参数对系统行为的影响;

(5) 难以在实际的环境中进行实验观测,仅有可能采用仿真,如对在行星间的运载工具的研究;

(6) 需要对系统或过程进行长期运行的比较,而仿真则可以随意控制时间,使它加快或减慢。

1.1.2 虚拟现实

虚拟现实(Virtual Reality, 简称 VR), 又译为临境、灵境等。它是由美国 VPL Research Inc. 公司的 J. Lanier 在 1989 年造的一个词, 通常是指用头盔显示器和传感手套等一系列新型交互设备构造出的一种计算机软硬件环境, 人们通过这些设施以自然的技能(如头的转动、身体的运动等)向计算机送入各种命令, 并得到计算机对用户的视觉、听觉及触觉等多种感官的反馈。随着人们动作的变化, 这些感官反馈也随之改变。

与虚拟现实有关的内容已经扩大到与之相关的许多方面, 像“人工现实”(Artificial Reality)、“遥在”(Telepresence)、“虚拟环境”(Virtual Environment)、“赛伯空间”(Cyberspace)等, 有些人区别使用这些术语, 有些人则认为它们是虚拟现实的不同表述形式。

关于虚拟现实的定义, 许多人有不同的看法或说法, 有些人由虚拟现实工具来定义虚拟现实, 而没有抓住其目的和功能。一般的出版物爱把虚拟现实与头盔显示器(Head-Mounted Display, 简称 HMD)、传感手套(Data-Glove)联系在一起, 这不能作为 VR 的定义, 因为没有头盔显示器, 使用大屏幕投影, 甚至使用桌面图形工作站照样能产生虚拟现实应用。类似地, 传感手套也能用简单的跟踪球或操纵杆替代, 因而借助虚拟现实所使用的工具来描述虚拟现实不是一种完整的定义。事实上, 虚拟现实技术已不仅仅是指那些戴着头盔显示器和传感手套的技术, 而且应包括一切与之有关的具有自然模拟、逼真体验的技术与方法。它要创建一个酷似客观环境又超越客观时空、能沉浸其中又能驾驭其上的和谐人机环境, 也就是一个由多维信息所构成的可操纵的空间。它的最重要的目标就是真实地体验和方便自然的人机交互。能够达到或部分达到这一目标的系统就统称为虚拟现实系统。

虚拟环境是虚拟现实系统的核心。虚拟现实系统强调对人的感觉器官的支持, 从而使人们能够沉浸到虚拟环境中。“沉浸感”(Immersion)是虚拟现实系统区别于其他计算机应用系统的典型特征。在理想情况下, 虚拟环境应该达到使用户难以分辨真假的程度。这种沉浸感的意义在于可以使用户集中注意力。为了达到这个目标, 就必须提供多感知的能力, 理想的虚拟现实系统应该提供人类所具有的一切感知能力, 包括视觉、听觉、触觉, 甚至是味觉和嗅觉。

为了给用户提供了对虚拟环境的上述感知能力, 一些新的外设被发明, 这曾经引起很多人的好奇。头盔显示器(如图 1-1)被用于使用户能够观察到计算机生成的立体图像, 而且只能看到计算机生成的场景, 看不到用户周围的客观环境, 因而使用户很容易便沉浸到虚拟环境中。可惜的是, 头盔显示器仍存在的一些问题阻碍了这种显示器的广泛应用。这些问题包括价格昂贵、戴在头上太过笨重、分辨率

不高等,使得头盔显示器一般佩戴时间不能超过 1 小时,否则会产生昏眩感。好在立体显示技术还在进一步发展,现在多家显示器生产商已陆续推出了 3D 显示器(如图 1-2)。这种显示器的外观与普通显示器基本一样,但用户不用佩戴立体眼镜便能从 3D 显示器上观看到立体图像。比如,ELSA 推出的 3D 立体 TFT 显示器使用的是一种叫“透视棱镜”的技术,附加一层镜面于原本的显示镜面,左眼与右眼分别通过不同镜面看到不同影像,“透视棱镜”的技术能确保眼睛看到正确的 3D 影像。

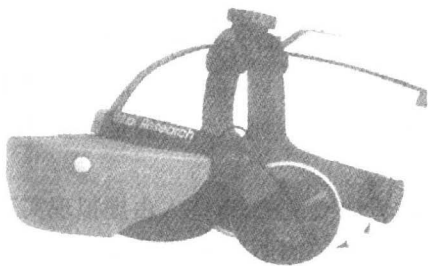


图 1-1 VR6 型头盔显示器



图 1-2 无需佩戴眼镜的 3D 显示器

此外,用户的身体运动通过空间运动跟踪器来跟踪,并及时传输给计算机,使计算机能实时感知用户的身体动作。用户手部的动作通过数据手套来感知。计算机输出给用户的触觉与力度分别通过触觉发生器(如 Cyber-Touch)与力反馈装置(如 Cyber-Force)产生。

计算机生成出的虚拟环境,辅以相应的虚拟现实外设,共同构成各种虚拟现实应用。虚拟现实应用领域包括航空、航天、铁道、建筑、土木、科学计算可视化、医疗、军事、教育、娱乐、通信、艺术、体育等。虚拟现实技术与仿真技术相结合产生的虚拟仿真技术在近几年发展十分迅速,并在更广泛的领域得到一系列成功应用。

1.1.3 虚拟仿真

按照美国国防部的定义,根据人参与仿真的程度,仿真被分为实况仿真、构造仿真以及虚拟仿真。实况仿真是指“真实的人操纵真实的系统”,又称真实仿真,如实兵演习。构造仿真是指“虚拟的人操纵虚拟的系统”,如为作战方案评估、战略战役指挥训练而设计的兵棋推演系统便属于构造仿真,构造仿真又称为推演仿真。虚拟仿真是指“真实的人在虚拟环境中操纵虚拟的系统”而进行的仿真。在虚拟仿真中,每个战争实体均以虚拟对象的形式出现,这些虚拟对象通过虚拟环境被合成到统一的战争空间中,从而达到战争仿真的目的。显然,虚拟仿真有三大要素:

(1) 人。人是“真实的”,可以是武器操纵者、战斗员、指挥员或决策者。

(2) 虚拟系统。虚拟系统是人操纵的对象。如果人是操作员,虚拟系统便是虚拟的武器装备;如果人是指挥员,虚拟系统便是虚拟的部队。

(3) 虚拟环境。虚拟环境就像“粘合剂”,能够无缝地集成不同种类、不同数量的虚拟系统,使它们构成相互作用的整体,并表现给“真实的人”,实现与“真实的人”之间自然的交互,达到武器分析或训练的目的。

军事应用的发展催生了虚拟仿真技术。在虚拟仿真技术产生之前,仿真技术主要用于单项武器系统的方案论证、产品设计与训练等。到20世纪80年代初,美军开始意识到单项武器系统的仿真已远远满足不了联合作战与训练的需要。在信息技术特别是网络技术的支持下,美国国防部高级研究计划局(DARPA)和美国陆军于1983年共同制定一项合作研究计划,即SIMNET研究计划。该计划企图将分散在不同地点的地面车辆(坦克、装甲车)模拟器用计算机网络联系起来,形成一个整体战场环境,进行各种复杂任务的训练和作战演习。SIMNET计划体现了虚拟仿真技术的雏形。在虚拟仿真系统中,多个相互关联的系统形成体系(System of Systems),一个或多个体系(如敌方体系与我方体系)被放置在一个整体的虚拟环境中,各体系之间相互对抗,或与虚拟环境相互作用,以探求体系的运行规律。

由于现代军事需求与技术的发展,单项武器系统的作战效能并不能完全准确地反映军事力量的强弱。军事力量的对比更关心的是体系与体系的对抗,而且体系对抗离不开具体的战场环境。这便使得传统的作战方程或武器系统的数学模型难以描述作战体系与战场环境。一种合适的解决方案就是通过虚拟现实技术生成与战场环境十分逼近的虚拟环境,由该虚拟环境来集成与控制单项武器系统的仿真器或仿真系统的运行,从而实现体系对抗的仿真,这种方案便是虚拟仿真技术。

如同虚拟现实技术,虚拟仿真环境是虚拟仿真的核心。由于最先提出虚拟仿真需求的是美国军方,我们以军事上用的虚拟仿真环境为例说明虚拟仿真环境的概念。军事上的虚拟仿真环境可被划分为两大部分:虚拟战场环境与仿真实体。

战场环境是指某一作战区域中除人员与武器装备以外的客观环境。通常意义上说,战场环境包含战场地形地貌环境、气象环境、电磁环境等。随着信息技术推动新军事变革的发展,信息战的形成,战场网络环境也已成为战场环境的一个重要的组成部分。地形环境、气象环境、电磁环境与网络环境是相互依托、相互作用的有机整体,其中,地形环境是其他环境的物理依托,地貌环境是直接依托在地形环境之上,是对地形环境的一个有力补充;气象环境会影响地形地貌环境,地形地貌环境也会影响气象环境;地形环境和气象环境都对电磁环境的形成有重大影响,电磁波的传递范围会受到地形环境的影响,也会受气象条件的干扰;网络环境与地形环境、电磁环境也是互相依托,相互影响。战场地形地貌环境、气象环境、电磁环境和网络环境等所构成的有机整体被称为综合战场环境。通过虚拟仿真技术模拟客

观世界的综合战场环境,便形成虚拟战场环境。

虚拟战场环境中包含许多仿真实体(Simulation Entity),例如坦克、战斗机、导弹、舰艇等武器平台以及指控车、指挥部等。仿真实体分为两大类:有人操纵的仿真器(即人在回路中的仿真系统)或计算机生成的实体(即计算机生成的兵力)。

在虚拟战场环境中如何描述仿真实体是一个关键技术。一般来说,实体描述应包括以下内容:

(1) 视觉外形。用一组带颜色和纹理的多边形来描述仿真实体的外形。有时还要描述运动实体后面扬起的尘埃、烟雾或浪花,以及被击中武器平台的燃烧等。

(2) 声响特性。有些模拟声响在仿真实体内部产生,提供给参与者。有些模拟声响将向仿真实体外部空间传播,提供给其他仿真实体。例如飞机飞行发出的声音将描述为与其飞行速度快慢有关。

(3) 动力学特性。飞机、导弹等飞行器在空中六自由度运动的动力学描述,舰艇在水面和水下运动的动力学描述,坦克、装甲车在道路上和崎岖山地运动的动力学描述等等。

(4) 反射特性。包括各种波长(雷达、声纳)的反射特性,它与发射源、目标的形状和结构材料、接收器的性能等有关。

应该看到,虚拟仿真环境与普通虚拟现实系统生成的虚拟环境在侧重点上存在着一些差别。前面讲到,虚拟现实系统的任务是生成一个人能沉浸其中的虚拟环境。这样,虚拟现实系统生成的虚拟环境更加强调对用户的视觉、听觉、触觉等感官的支持,使得虚拟环境在用户面前达到“以假弄真”的效果,甚至“比真还真”。而虚拟仿真环境更加强调对客观环境真实特征的支持,要求虚拟环境不仅仅是在外观、声音等方面与客观环境一致,而且在物理特征、行为特征等方面与客观环境一致。例如不同材料构成的两个物体相撞后将会产生什么结果?是否其中一个物体破裂?破裂碎片的运动轨迹?只有完全按照物理定律和物理关系对环境及其中的对象建模,才能在虚拟仿真环境中再现客观环境中发生的上述事件。当然,客观环境的物理特征与行为特征建模对虚拟现实系统也是重要的,但当虚拟现实系统无法同时满足感官支持与物理行为真实建模时,虚拟现实系统会选择感官支持。

我们认为,美军广泛使用的“合成仿真环境”(Synthetic Simulation Environment)与我们所说的虚拟仿真环境在概念上是等同的,都是指由计算机创造出一个合成的(或者说是虚拟的)环境,用于武器系统的研究与训练。合成仿真环境已经被美军列为国防科技发展的七大科技推动领域之一。实际上,虚拟仿真技术不仅仅在军事上,在民用领域也取得不少成功的应用范例。