

# 仿真技术文集

《仿真技术文集》编辑组

中国国防科技信息中心

# 仿真技术文集

《仿真技术文集》编辑组



中国国防科技信息中心

## 前 言

仿真技术(Simulation Technology)是一项面向 21 世纪的重要的军民两用技术,有着广阔的发展前景。

由于科学技术的发展和军事需求的推动,产生了分布式交互仿真,使仿真技术发生质的飞跃。90 年代以来,世界各国非常重视分布式交互仿真的发展。美国是发展分布式交互仿真最早的国家,目前技术水平和应用水平处于世界领先地位。综合仿真环境正在受到欧洲的青睞。仿真技术的新发展将深刻影响 21 世纪国民经济和国防科学技术的发展。本文集重点介绍分布式交互仿真技术和灵境技术,供有关人员参考。

《仿真技术文集》编辑组

一九九七年三月

# 目 录

## 研 究 篇

### 仿真技术

- 面向 21 世纪的军民两用技术 ..... ( 1 )
- 一、分布式交互仿真技术 ..... ( 3 )
- 二、灵境技术 ..... ( 7 )
- 三、广阔的军民两用前景 ..... ( 10 )
- 参考文献 ..... ( 16 )

## 译 文 篇

### 国防建模与仿真倡议

- 摘要 ..... ( 17 )
- 一、简介 ..... ( 20 )
- 二、模型与仿真的分类 ..... ( 22 )
- 三、计划范围 ..... ( 25 )
- 四、建模与仿真的设想和目的 ..... ( 29 )
- 五、“倡议”的目标 ..... ( 33 )
- 六、活动计划 ..... ( 36 )

附录	
A—体系结构的评价 .....	(43)
B—方法学评估(略)	
C—技术评价 .....	(57)
美国国防部建模与仿真的未来方向	
摘要 .....	(74)
一、引言 .....	(75)
二、前景 .....	(76)
三、高层体系结构 .....	(78)
四、任务空间的概念模型 .....	(80)
五、数据标准化 .....	(82)
六、建模与仿真资源仓库 .....	(82)
七、校核、验证和确认 .....	(83)
八、对分布式交互仿真的影响 .....	(84)
美陆军对未来部队训练的展望	
摘要 .....	(86)
一、用于训练的计算机仿真的发展 .....	(87)
二、当前陆军利用计算机仿真的训练 .....	(89)
三、陆军仿真训练的未来方向 .....	(90)
四、通向未来的道路 .....	(91)
五、要达到目标我们需要些什么? .....	(94)
六、目标与现状 .....	(99)
分布式交互仿真的现状与未来	
摘要 .....	(101)
一、概述 .....	(101)

## IV

二、什么是分布式交互仿真? .....	(103)
三、分布式交互仿真中仿真与建模的任务 .....	(110)
四、分布式交互仿真标准的发展过程 .....	(118)
五、分布式交互仿真的未来 .....	(123)
六、结论 .....	(129)
近战战术训练器计划	
摘要.....	(131)
一、引言 .....	(131)
二、近战战术训练器要求的综述 .....	(132)
三、计划的开发方法 .....	(136)
四、近战战术训练器的分布式交互仿真标准 .....	(138)
五、近战战术训练器中计算机产生的部队 .....	(145)
六、近战战术训练器的未来作用 .....	(146)
七、结论 .....	(148)
无缝隙仿真:真实与虚拟仿真的混合	
摘要.....	(149)
一、引言 .....	(150)
二、背景 .....	(150)
三、无缝隙仿真演示 .....	(152)
四、从演习中学习到的经验 .....	(157)
五、学习有关技术的经验 .....	(159)
六、作战上的考虑 .....	(162)
七、结论与建议 .....	(163)
新兴的仿真技术:低价格技术的挑战与能力	
摘要.....	(166)

一、新兴的低价格硬件 .....	(167)
二、仿真技术 .....	(173)
三、有关标准 .....	(178)
四、折衷 .....	(182)
五、总结 .....	(184)

## 研 究 篇

# 仿 真 技 术

——面向 21 世纪的军民两用技术

符 绍 芝

仿真技术是以相似原理、信息技术、系统技术及其应用领域有关的专业知识为基础,以计算机和专用物理效应设备为工具,利用系统模型对实际的或设想的系统进行动态实验研究的一门综合性技术。

仿真技术的发展与军事需求紧密相关。从 40 年代的火炮仿真、50 年代的飞行器仿真、60 年代的导弹仿真,直到近些年发展起来的作战仿真和综合防御系统的性能仿真,充分说明了军事需求对仿真技术的推动作用。目前,在高技术条件下局部战争“体系与体系对抗”的需求牵引下,仿真技术正向体系对抗仿真方向发展。

仿真技术对提高武器系统性能,对提高武器系统的研制效率,对提高新的军事威慑能力,有着特别重要的作用。因此,美国国防部非常重视仿真技术的发展。1992 年公布了“国防建模与仿真倡议”,并成立了国防建模与仿



真办公室,负责倡议的实施。1992年7月,美国防部公布的“国防科学技术战略”把综合仿真环境列为现代局部战争的七大需求之一。仿真技术也是1994财年美国防部预研工作的七大重点之一。在1997财年国防技术领域计划中,建模与仿真被列为信息系统与技术领域中重要的一项技术。

仿真技术是作战任务计划和辅助决策的基础。未来的指挥员利用仿真工具,根据不断更新的情报数据,在几小时甚至几分钟内,从各种不同的作战预案中选取最佳作战方案,进而取得最佳作战效果。仿真技术用于部队训练,使单兵和部队能快速而有效地做好应付可能出现各种冲突的准备工作。

仿真技术是一种现代化的设计技术和手段。在产品实物化前,可以利用仿真技术对设计思想、产品潜在性能、军事价值、使用效能和适应性等方面进行研究和评估,从而极大地减少研制风险和周期,降低研制成本。仿真技术可以实现技术人员和作战人员在研制过程中及早合作,使有实际经验的专家能直接参与评价新武器系统,成为新武器装备开发和采办过程中的重要技术工具。

仿真技术也可以广泛应用于设计与制造、电站和化工等民用工业,还可用于国民经济发展预测、规划制订和经济管理等方面,提高经济发展宏观决策的科学性。仿真技术将对21世纪的国防建设和国民经济发展产生深刻的影响。

大规模并行处理技术、多媒体技术、开放系统技术、

面向对象技术和网络计算技术以及各类传感器技术的进步,促进了仿真技术的发展。仿真技术的发展动向是(1)在应用方面,从工程应用发展到非工程应用,从局部阶段仿真发展到全寿命期仿真;(2)在技术上,研究发展分布式交互仿真,通用和并行/分布高性能仿真计算机,一体化智能化仿真环境,面向对象的建模与仿真技术,灵境技术及其应用,以及微观、动态和高分辨率环境模型等。本文介绍对 21 世纪国防建设和国民经济有重大影响的分布式交互仿真(DIS)技术和灵境(VR)技术。

## 一、分布式交互仿真技术

冷战结束后,美国军事战略的重点转向应付局部战争。为适应这种战略转变,美陆军要随时准备在不定的战场同不定的对手作战,这对兵力投送、快速反应、杀伤力和生存力、作战指挥以及后勤保障等,都提出了新的挑战。美国防部旨在利用分布式交互仿真技术,研究 21 世纪可能发生的战争模式,积极试验建造“21 世纪部队”的途径和方法,并将分布式交互仿真技术作为削减国防预算后,继续保持和提高军队战斗力的重要措施。

### 1. 分布式交互仿真的定义和特点

分布式交互仿真采用协调一致的结构、标准、协议和数据库<sup>[1]</sup>,通过局域网和广域网将分散配置的武器装备仿真硬件、软件和仿真环境综合成为一个人可以参与交互作用的时空一致的共用仿真环境。分布式交互仿真包

括三种类型的仿真:(1)真实仿真 由实际的战斗人员使用实际的武器系统和保障系统,在尽可能真实的作战环境中进行作战演习。典型的例子是在美国国家训练中心进行的作战演习。(2)虚拟仿真 由实际作战人员操作仿真的武器系统进行的作战仿真。典型的例子是仿真器联网(SIMNET)。(3)结构仿真 由仿真的人操作仿真的武器系统进行的仿真。例如计算机作战模型。以上三种仿真的结合并且达到“无缝”一体化,称作无缝隙仿真。它是面向 21 世纪的仿真技术。分布式交互仿真技术与以往仿真技术的不同之处在于:

(1)在体系结构上,由过去集中式、封闭式发展到分布式、开放式和交互式,构成可互操作、可移植、可伸缩及强交互的分布对等协同仿真体系结构。

(2)在功能上,由原来的单个武器平台的性能仿真发展到复杂作战环境下以多武器平台为基础的体系与体系对抗仿真。

(3)在手段上,从单一的结构仿真、真实仿真和虚拟仿真发展成集上述多种仿真为一体的综合仿真系统。

(4)在效果上,由人只能从系统外部观察仿真的结果或直接参与实际物理系统的联试,发展到人能进入系统内部,与系统进行交互作用,并取得身临其境的感受。

## 2. 分布式交互仿真的发展

美国是最早发展分布式交互仿真的国家。80 年代初,美军单个武器平台(飞机、导弹、舰船和坦克等)的仿真系统已广泛应用,主要用于对武器系统的性能进行研

究和评估。由于美国国防预算不断削减以及美军进一步强调联合作战,美军再也无力发展满足新需求的仿真系统,他们将目光转向已有系统的互操作性和重用的需求上。1983年美国国防部国防高级研究计划局和美国陆军共同制订一项合作研究计划,即 SIMNET(Simulator Networking)研究计划,它的最初目的是试图将分散在各地的多个地面车辆(坦克、装甲车)仿真器用计算机网络连接起来,进行各种复杂任务的训练。1990年该计划完成时,已经形成了由分布在美国和德国的11个城市的约260个地面装甲车辆仿真器、指挥所和数据处理设备等组成的互连网络。SIMNET第一次实现了作战单位之间的直接对抗,并能在它所提供的虚拟作战环境中使营以下的部队进行联合兵种协同作战训练及相应的战术研究。SIMNET是分布式交互仿真的雏形,为分布式交互仿真的发展奠定了基础。

1991年陆军制订的“联合兵种战术训练器”(CATT)计划<sup>[2]</sup>和开发用的“战场分布式仿真”(BDS-D)<sup>[3]</sup>计划,标志着分布式交互仿真进入实用研究阶段。联合兵种战术训练器将由分布在各作战任务地区和战术部队的多种训练仿真器联网组成。最终目标是将装甲车辆、航空、防空、野战炮兵和工兵等训练仿真器组成分布式交互仿真系统,可供部队进行战场综合野战训练,提高作战能力。CATT计划拟分步进行,首先实施近战战术训练器(CCTT)计划,拟在2000年实现546台仿真器联网,可供应一级或高度机动的地面作战部队进行训练。

美国还在开发作战演习、武器装备设计和研制及武器装备采办使用的分布式交互仿真系统。为使作战模拟更加适合高技术条件下局部战争的特点,美各军种都注重研究诸兵种协同作战训练和新的作战模拟手段。1993年美陆军开始实施“路易斯安娜演习”计划<sup>[4]</sup>。该计划是利用计算机和通信网络,把各作战实验室的仿真器、各司令部、各军种等有关单位联系起来,创造一种可共享的人工合成环境,进行分布式交互仿真试验与演习。通过演习,检验数字化部队使用的战术是否适当,训练指挥员的决策能力,为数字化装备提供作战需求。该计划依靠先进的仿真技术,使广泛分散的陆军、国民警卫队和陆军预备役的指挥员参加统一的对抗模拟,用较少的费用实现训练要求,并检验陆军完成新任务(如维和任务和危机响应)的能力,帮助解决冷战后的陆军重新配置的问题。

建立作战实验室是美国陆军武器装备采办程序的重大变革。美国防部于1992年夏初制订了“作战实验室”计划。迄今已建立了6个作战实验室:(1)早期参战部队的杀伤力和生存力实验室,研究怎样使早期参战部队具有更强的作战能力和生存能力;(2)作战指挥实验室,研究使指挥官有效地获取情报和改进作战指挥的方法;(3)纵深和同时攻击实验室,研究地面和空中目标捕获瞄准系统以及打击整个作战区域内敌军所需要的武器;(4)乘车作战环境实验室;(5)徒步作战环境实验室,研究影响装甲兵及步兵近战行动的战场情况变化和最佳利用时空的方法;(6)作战后勤支援实验室,重点改进后勤保障系

统。作战实验室与有关部门的计算机联网,利用分布式交互仿真技术,作战实验室可以完成以下工作:在新的武器系统开始研制或现有武器系统着手改进之前,通过计算机仿真和实物模拟,对新的技术所能提供的新的作战能力和新的作战思想进行实验和评估,以提出新的武器系统需求;预测新武器从研制、生产到部署、使用、维护全过程中的问题,包括费用情况,以缩短研制周期和降低全寿命费用;为制订新的战术、条令和训练方法提供依据。

北大西洋公约组织也十分重视分布式交互仿真的发展,于1992年9月成立了分布式交互仿真工作小组。综合仿真环境(多达几百个武器仿真器连在一起,产生高逼真的虚拟战场)正在获得欧洲军队的青睐并可能成为军用仿真市场增长最快的部分。战斗训练中心将能仿真真实战斗态势和产生虚拟的敌方部队,模拟现有陆军的部署和战术。德国陆军开始使用战斗训练中心。比利时、法国和荷兰计划在1997或1998年购买类似的战斗训练中心。英国为准备购买大型联网训练系统,签订了2.7亿英镑的最后阶段合同。荷兰陆军试图购买机动的集成训练设施,预算大约1亿荷兰盾。初始研究工作将在1997年完成。计划1998年选择设备和1999年购买<sup>[5]</sup>。

## 二、灵境技术

为了适应21世纪信息社会的需要,信息处理和仿真系统应建立在一个多维化的信息空间上,建立在一个定

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中,这就是人机和谐的仿真环境<sup>[6]</sup>。灵境技术将是支持这种仿真环境的主要关键技术。它将成为建设 21 世纪信息化军队和培训 21 世纪军事人才以及发展新一代信息化战争所需武器装备的“革命性”手段。建立在多维信息和网络计算基础上的分布式灵境系统,将是仿真的重要发展方向。

### 1. 基本概念与特点

灵境又称虚拟现实,是一种全部或部分由计算机生成的视觉、听觉、触觉等多维感觉环境,使参与者具有沉浸感,并可与虚拟环境中的任何对象进行交互作用。灵境技术是继多媒体技术之后的新一代人-系统接口技术<sup>[7]</sup>。它是计算机图形技术、计算机仿真技术、传感技术、显示技术等多种科学技术的发展产物。

灵境技术的特点是:

在仿真环境中,灵境提供嵌入式新型人机接口关系,使仿真用户产生投入感;提供多通道人机接口,使仿真用户产生沉浸感;提供三维人机界面,使仿真用户与有深度和体积感的三维虚拟世界进行人机交互作用。人-系统接口技术能充分影响和扩展战斗人员和维护人员的能力。美国防部估计<sup>[8]</sup>,在人-系统接口中大量采用灵境技术,将使乘员数量减少约 50%;使伤亡减少约 80%;使成本降低约 33%;使作战人员操作过程的差错率接近零;使探测概率和目标瞄准精度提高 10 倍左右;地-地和空-空的自伤概率减少约 75%;并使对敌杀伤

能力成倍地增长。

## 2. 灵境技术的发展

灵境技术的研究虽然可以追溯到 50 年代中期,但明确提出这一术语却是近 10 来年的事。1984 年威廉吉布森在他的书中幻想人类可以神游于由计算机仿真生成的世界之中,他把这个世界称之为灵境。1986 年,美国航空局的阿姆斯研究中心研制出虚拟接口环境工作站<sup>[9]</sup>(VIEW),使用了头盔显示器、数据手套、语音识别、跟踪技术,成为世界上第一个多用途多感知的灵境系统。

美国国防部非常重视灵境技术的发展,在 1992 财年的国防关键技术计划和 1994 财年国防技术计划中,人-系统接口都作为一项关键技术列入计划中。美国国防部正在将灵境技术应用于综合仿真环境、先期技术演示计划和陆军作战实验室计划中。美国海军研究实验室正在利用灵境技术研制具有虚拟环境接口的仿真合成环境,并利用这一环境进行“海军电子战系统效能分析”(ENEWS)研究。该项目是通过计算机仿真来评估、设计各类电子战系统的战术/技术要求。利用灵境技术建立的虚拟环境接口,可以生成电子战条件下武器系统的作战情景,并给系统的设计和评估人员以身临其境的感觉。另外,美陆军将在仿真器联网和近战战术训练器中使用灵境技术。欧洲航天局正在执行一项“人在灵境空间”的研究计划,以便研究能否在不用浮力水池的情况下训练航天员进行太空中的失重行走。重要的研究成果有:商品化的数据手套和头盔显示系统;典型的虚拟环境演示系统;美



国波音-777飞机的无图纸设计与生产。预计在2000年,将进一步提高数据手套、数据服、人体跟踪系统、头盔跟踪和显示系统的性能,建立应用演示系统;2005年,将建立基于灵境技术的虚拟仿真环境,推广应用虚拟样机(VP)技术。灵境技术应用于武器系统研制、作战演习、医疗外科等。

头盔显示器是灵境系统的重要组成部分。从60年代起,美国国防部国防高级研究计划局就开始进行研究。1966年美国麻省理工学院林肯实验室开发出第一个头盔显示器。1980年美国麦克唐纳-道格拉斯飞机公司开发出具有磁场定位的头盔系统。美国麻省理工学院梅地亚实验室在美国国防部国防高级研究计划局资助下,已经实现了一个作战虚拟环境。它不必动用任何兵力,即可模拟出战场上各种复杂的作战过程,进行各种作战模拟。美国陆军车辆中心与10多家汽车厂联合成立了一个灵境协会,目的是在车辆设计中采用灵境技术。美国航宇局在哈勃太空望远镜的设计中采用了灵境技术。

### 三、广阔的军民两用前景

分布式交互仿真和灵境技术的发展,使仿真技术产生了质的飞跃。在军事领域发展起来的仿真总体技术、仿真实论和方法、建模与验模方法、各种工程数据库、仿真计算机等,都已逐步应用到民用领域,并获得了巨大的经济效益和社会效益。正在兴起的民用市场推动军用仿