

“863” 计算机专著

DVENET

分布式虚拟环境

赵沁平 著



科学出版社

“863”计算机专著

DVENET 分布式虚拟环境

赵沁平 著

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书是一部虚拟现实技术专著,详细介绍了作者多年来以国家 863 高技术发展计划智能计算机主题重点课题“分布式虚拟环境 DVENET”为背景,在虚拟现实技术和分布式虚拟环境方面的研究工作。

全书共分为 10 章。第一章论述了分布式虚拟环境的作用和构造分布式虚拟环境所需关键技术及实现方法的发展,概要介绍了不同时期有代表性的分布式虚拟环境;第二章介绍了 DVENET 计划的背景、意义、目的、内容和目前进展概况;第三章给出了 DVENET 的总体结构与系统组成;第四章概述了作者研制的一套具有自主知识产权的用于分布交互仿真和虚拟现实系统的开发工具;第五章至第九章介绍了构成 DVENET 的一系列关键技术,包括分布式处理技术、逼真显示技术、虚拟实体建模技术和人机交互技术等,其中有许多是有创造性的;第十章根据作者多年的研究体会,指出了这一领域仍然存在的若干有待解决的根本性理论问题和关键技术问题,这些问题的任何突破都会导致虚拟现实技术的巨大发展及实用化程度的大幅度提高。

本书可作为高等院校计算机、自动控制、仿真、电子等有关专业高年级学生及研究生课程的参考用书,同时对虚拟现实技术研究与应用开发人员也具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

DVENET 分布式虚拟环境/赵沁平著. —北京:科学出版社,2002.1

(“863”计算机专著)

ISBN 7-03-009846-3

I. D… II. 赵… III. 虚拟技术—研究 IV. TP391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 074088 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002 年 1 月第一次印刷 印张:17

印数:1—3 000 字数:316 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

“863”计算机专著丛书编委会

主编 李 未

编委 汪成为 李国杰 高 文

钱德沛 怀进鹏

1997.4

前 言

科学技术进步的动力来自两方面,这就是社会生产力发展的需求和科学家们认识自然、改造自然的激情以及永不言退的不懈努力。

现代社会的信息化导致社会生产力水平的高速发展,使得人类在许多领域不断地、越来越多地面临前所未有或前所难为、而今天又迫切需要解决和突破的问题,例如载人航天、核试验、核反应堆维护、包括新武器系统在内的大型产品的设计研制、多兵种军事训练与演练、气象及自然灾害预报、医疗手术的模拟与训练等。如果按传统方法解决这些问题,必然要花费巨额资金,投入巨大的人力,消耗过长的时间,甚至要承担人员伤亡的风险。拿军事训练与演练来说,我们现在就必须面对这样的严峻现实:

我国要保持强大的、现代化的国防力量和军事威慑手段,就必须保证经常性的军事训练和演练,而现代战争规模越来越大,综合性越来越强,科技水平越来越高,耗费资金越来越多,军事实战演练的情况随之发生同样的变化;为确保战争目标的实现,并尽可能降低代价,就需要对各种可能出现的复杂情况和各种可能实施的战略、战役、战术想定进行反复、科学、客观的论证评估;另外,大规模军事演练往往带有国际政治敏感性和受到有关国际条约的约束。这一切都对军事仿真演练,特别是军事仿真演练技术、手段、方式的突破和有关信息基础设施的大规模建设提出了越来越迫切的需求。

分布式虚拟现实(Virtual Reality, VR),是20世纪80年代初期出现并发展起来的一种基于计算机网络和可计算信息的大规模沉浸式人机环境。具体地说,虚拟现实是采用以计算机技术为核心的现代高技术生成逼真的视、听、触觉一体化的特定范围的虚拟环境,用户借助必要的装备,以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响,从而产生亲临等同真实环境的感受和体验。分布式虚拟现实带来了人机界面、人机交互的新概念和新方法,使得人机交互的内容更加丰富、形象,方式

更加自然、和谐。将分布式虚拟现实技术应用于军事仿真演练,引起了军事演练观念和方式的变革,推动了军事仿真演练的发展,从而为解决上述问题提供了新的途径。

上面从社会需求的角度阐述了发展虚拟现实技术的重要意义,下面再从另一个角度,即科学技术的进步和技术创新方面来进行分析。计算机工作者们不断追求,并为之奋斗的目标大体上集中在三个方向:一是使计算机速度更快;二是使计算机更聪明;三是使人机交互更方便、和谐。

人类在第一个方向上已经取得了重大突破,并且仍不断地有新的进展。集成电路的性能每 18 个月翻一番,计算机的速度每 10 年提高 100 倍。20 世纪 50 年代初,每秒运算 5000 次的计算机体积有一座楼那么大,而今天摆在我们桌面上的普通个人计算机的速度大约是每秒 5 亿次。特别需要指出的是,这一发展速度至今不但没有放慢的迹象,而且又出现了光计算、量子计算、生物芯片等很有希望的新的计算概念和研究热点。

数学、物理、生物学、脑科学、心理学、人工智能和计算机技术等诸多领域的科学家们从不同角度对第二个方向的问题进行了长期研究,发起了一次又一次冲击,也取得了不少有意义、甚至是令人瞩目的成就,但是由于 NP 难解性等根本问题以及脑科学、思维科学等相关学科研究进展的限制,这一方向还没有公认的重大突破,还需进行漫长的艰难的探索。

随着计算机的普及和应用领域的不断扩大,第三个方向(包括人机界面、人机交互和人机环境)越来越受到人们的关注。这一方向是计算机技术与社会应用领域衔接,向社会应用领域辐射,影响未来社会各行业运行质量和运行效率的研究方向。这一方向上几次新概念和新交互设备(如窗口系统、图形系统、鼠标等)的出现,使得人机界面的友好性得到很大改善,今天人们使用计算机的方便性已远非早期的计算机所能比拟。由于人机环境与应用领域的密切关系,以及所涉及学科的广泛性、交叉性,这一方向已经成为一个不断产生新思想、新技术和新经济生长点的科学技术领域。虚拟现实技术正是在如上所述社会巨大需求的拉动和信息科学技术高速发展、计算机系统性能大幅度提高的推动下产生和发展起来的。它给这一方向的研究增添了新的巨大活力。

计算机技术是信息科学技术的核心技术,谁在计算机技术方面领先一步,谁就会在信息领域占有优势,因而也就会在综合国力竞争中占有主动权。因此世界各发达国家都投入大量资金、人力,制定各种优惠政策,大力开展计算机技术,特别是上述三个方向的研究、开发工作,不断寻求新的经济增长点,抢占综合国力竞争中的制高点。

我国是一个发展中国家,又是一个社会主义大国,我们必须有强盛的国力,因此我国的计算机科学技术也就必须走在世界前列。我们在大力发展信息产业的同时,要选择切入点,有重点地加大对计算机科学技术研究开发的支持力度,抢占计算机科学和信息技术的制高点。从各方面综合分析,我们在上述第一个方向上,无论是已有基础,还是在可能的资金投入方面,与发达国家相比都有较大的差距。这一方向上的竞争,是实力的竞争,其难度和风险相当大,需要根据我国的国情慎重选择发展目标和切入点。在第二个方向上,虽然我国的研究水平与发达国家相比差距不大,有望占有一席之地,但由于问题本身的难度,在可以预见的将来,难以产生重大突破。比较而言,第三个方向,即和谐的人机环境,特别是虚拟现实研究起步时间不长,各国差距不大,应用领域宽广,发展空间巨大,产业化生长点多,对社会诸多领域实现跨越式发展的拉动力强,对我们来说是一个很好的占领制高点的突破口。我国应该而且也完全能够在这一个方向有所作为。

北京航空航天大学(以下简称北航)计算机系在原国防科工委、原中国航空工业总公司、自然科学基金、航空科学基金等支持下,从20世纪80年代初开始从事图形图像处理 and 可视化方面的研究工作,取得一批研究成果。90年代初,北航计算机系开始跟踪国际上,特别是美国关于虚拟现实的研究,积累了一定的工作经验。国家863高技术发展计划从1996年开始将虚拟现实技术列入重点支持范围,并确定“分布式虚拟环境”为具体实施项目给予重点资助。北航计算机系作为系统集成单位,与国防科技大学、装甲兵工程学院、浙江大学、中国科学院软件研究所、解放军测绘学院和北航仿真所等关键技术研究单位共同承担了该项目。5年过去了,我们在关键技术研究 and 系统开发方面均取得了重要进展。建立了我国第一个基于计算机广域网的分布式虚拟现实应用支撑环境DVENET;在DVENET上实现了一个具有较大规模的多兵种异地军事

仿真演练的高级概念演示系统“飓风 2000”；研制出一套具有我国自主知识产权的分布交互仿真和虚拟环境开发工具；在一批 VR 关键技术研究取得进展，建立了国内一流的研究环境，也具备了今后领先国外首先解决若干 VR 问题的条件和能力。该项目的实施和取得的重要进展使我国在虚拟现实研究领域跨入了世界先进行列。

本书全面介绍了北航虚拟现实与可视化新技术研究室进行“分布式虚拟环境”项目研究过程中所取得的成果，作为一份礼物献给 863 计划实施 15 周年。本书虽由我署名，但成果属于大家。项目组成员沈旭昆、吴威、郝爱民、夏春和、何磊、王兆其、何红梅、陈小武、庞国峰、梁晓辉、胡南伟、吕良权、陈国军、段作义、焦洁、许震宇、张景骞、王焱、李新、隋爱娜、钱雪平、周忠、胡晓雁、纪玉春、王莉莉、于守谦、郑红等均在各自的研究方向上进行了富有创造性的工作，为该项目的完成和取得的成果做出了各自的贡献，他们同是本书的作者。何磊、王兆其、何红梅、吴威、沈旭昆、梁晓辉、郝爱民、陈小武、庞国峰、吕良权、李新等先后参与了项目总体或具体的管理、组织、协调工作。庞国峰还为本书的编排和整理做了大量工作。

虚拟现实技术有巨大的发展潜力和广阔的应用前景，同时也存在大量有待解决的问题。我们希望越来越多的计算机科学工作者加入虚拟现实研究开发队伍，为我国在这一重要的科学技术领域达到国际领先水平做出贡献。

赵沁平

2001 年 8 月

目 录

前 言

第一章 分布式虚拟环境的发展	(1)
1.1 分布式虚拟环境的发展变化	(1)
1.1.1 军事仿真训练目的与对象的变化	(2)
1.1.2 分布式虚拟现实技术的发展	(2)
1.1.3 仿真训练技术的变化	(7)
1.2 几个重要的分布式虚拟环境	(8)
1.2.1 SIMNET	(8)
1.2.2 基于 DIS 的分布交互仿真系统	(8)
1.2.3 NPSNET	(9)
1.2.4 STOW 高级概念技术演示系统	(10)
1.2.5 JSIMS	(12)
1.2.6 WARSIM	(13)
第二章 DVENET 研究计划.....	(14)
2.1 研究背景和意义	(14)
2.2 研究目标和内容	(15)
2.2.1 研究目标	(15)
2.2.2 研究内容	(16)
2.3 计划的组织实施	(18)
第三章 DVENET 系统组成.....	(19)
3.1 DVENET 的总体结构与系统组成	(19)
3.1.1 总体结构	(19)
3.1.2 系统组成	(19)
3.2 DVENET 的网络系统	(20)
3.2.1 网络结构	(20)
3.2.2 网络的安全体系结构	(21)
3.2.3 DIS/HLA 网关	(21)
3.2.4 PDU 转发器	(22)
3.2.5 关于网络与分布式处理关键技术的方法及算法	(22)
3.3 DVENET 中的合成自然环境	(24)
3.3.1 地形数据采集系统	(24)

3.3.2	环境数据库	(25)
3.3.3	地形及静态实体的三维模型	(27)
3.3.4	实时三维动态地形	(29)
3.3.5	环境数据的管理	(30)
3.4	DVENET 的虚拟实体系列	(31)
3.4.1	人在回路的虚拟武器仿真实体	(31)
3.4.2	计算机生成兵力	(32)
3.4.3	武器弹药实体	(34)
3.4.4	虚拟雷达实体与虚拟电子战	(34)
3.5	演练管理器	(35)
3.5.1	对 DIS 协议中演练管理 PDU 的修改	(36)
3.5.2	演练管理器的具体实现	(37)
第四章	DVENET 开发工具	(39)
4.1	分布交互仿真应用程序开发工具 DVE-Link	(39)
4.1.1	分布交互仿真应用程序的分析	(39)
4.1.2	DVE-Link 的主要功能	(41)
4.1.3	DVE-Link 的设计与实现	(42)
4.1.4	使用 DVE-Link 快速开发 DIS 程序	(44)
4.2	DIS 应用程序开发框架 DVE-DF	(46)
4.3	HLA 应用程序开发框架 DVE-HF	(48)
4.4	虚拟环境快速建造工具 DVE-Builder	(50)
4.4.1	环境数据库建模方法	(50)
4.4.2	虚拟环境生成器	(52)
4.4.3	三维地形环境的管理与实时调度算法	(53)
4.4.4	对动态地形环境的考虑	(55)
4.5	数据转换工具 DVE-Transfer	(57)
4.6	演练集成工具 DVE-EI	(61)
4.6.1	演练描述语言	(61)
4.6.2	面向动态实体的虚拟战场演练开发过程	(64)
4.6.3	演练集成工具 DVE-EI 的组成与演练配置过程	(66)
4.7	多媒体虚拟环境监视器 DVE-Monitor	(67)
4.8	虚拟环境漫游引擎 DVE-Walk	(68)
4.8.1	虚拟环境漫游引擎框架结构	(68)
4.8.2	输入映射与解释	(69)
4.8.3	视点控制模型	(70)
4.8.4	碰撞检测与响应	(71)
4.8.5	视点的地形匹配技术	(72)

4.9 虚拟环境多视口观察器 DVE-Viewer	(73)
4.9.1 相关资源	(73)
4.9.2 关键类描述	(75)
4.9.3 多视觉通道的设计过程	(78)
4.10 数据衣及其开发工具	(79)
4.10.1 基于分布式电磁检测装置的数据衣	(80)
4.10.2 数据衣的特性分析	(83)
4.10.3 与虚拟环境的接口及采样过程	(85)
第五章 分布式处理技术	(88)
5.1 DIS 协议的扩充	(88)
5.1.1 动态地形环境 PDU	(88)
5.1.2 仿真目标对雷达反射回波的 PDU	(88)
5.1.3 演练前进行命令发布的 PDU	(89)
5.2 数据过滤技术	(90)
5.2.1 兴趣管理技术	(91)
5.2.2 组播通信技术	(93)
5.2.3 数据分布管理(DDM)	(96)
5.3 事件一致性处理技术	(99)
5.3.1 分布式计算和因果关系	(100)
5.3.2 消息因果关系图	(101)
5.3.3 事件定序算法	(102)
5.3.4 算法的正确性证明	(104)
5.4 网络安全技术	(105)
5.4.1 网络入侵检测概述	(106)
5.4.2 RIDS 的设计	(109)
5.4.3 RIDS 的特点	(112)
第六章 逼真虚拟环境建造技术	(114)
6.1 合成自然环境生成技术	(114)
6.1.1 地形模型	(115)
6.1.2 气象模型	(120)
6.1.3 水文模型	(126)
6.2 多层天空模型中环境光的表示和处理技术	(127)
6.2.1 多层天空模型	(128)
6.2.2 近地层环境光的表示	(129)
6.2.3 高空层环境光的表示	(132)
6.2.4 计算开销分析	(134)
6.3 局部光源建模中动态多层次光照表示和处理技术	(135)

6.3.1 动态多层次的光照表示	(135)
6.3.2 相邻 LOL 间的切换	(137)
6.3.3 基于 LOL 的动态光照对象	(141)
6.3.4 实验结果	(144)
6.4 特殊效果生成技术	(145)
6.4.1 烟尘表示	(146)
6.4.2 烟尘合并	(149)
6.4.3 烟尘干扰下的能见度计算	(151)
6.4.4 烟尘精度与实时计算	(151)
6.5 物体物理特性表示与处理技术	(154)
6.5.1 物理特性的表示	(154)
6.5.2 碰撞检测与碰撞响应技术	(157)
6.6 三维声音与渲染技术	(179)
6.6.1 概述	(179)
6.6.2 研究内容	(180)
第七章 虚拟实体开发技术	(182)
7.1 实体动力学建模与仿真技术	(182)
7.2 实体控制系统建模与仿真技术	(187)
7.2.1 人在回路中的虚拟实体的控制系统建模与仿真	(187)
7.2.2 计算机生成兵力(CGF)实体控制系统建模与仿真	(187)
7.3 虚拟人体建模与运动仿真技术	(190)
7.3.1 人体的运动特点及相对运动模型	(190)
7.3.2 一个基于 OpenGVs 的虚拟人体模型	(193)
7.3.3 DVENET 中虚拟人再现	(197)
7.4 CGF 实体行为形式化与自动生成技术	(198)
7.4.1 CGF 实体行为模型	(199)
7.4.2 CGF 实体行为描述语言	(200)
7.5 CGF 实体路径规划技术	(205)
7.5.1 CGF 直升机低空飞行航迹规划	(206)
7.5.2 CGF 直升机实时避障规划	(216)
第八章 人机交互技术	(217)
8.1 视觉实时跟踪显示系统	(217)
8.1.1 人类视觉原理	(217)
8.1.2 三维图形立体显示方法	(220)
8.1.3 DVENET 中视觉实时跟踪显示系统	(220)
8.2 通用实体交互控制方法	(224)
8.2.1 原语的定义及分类	(225)

8.2.2 基于交互原语的对话系统 IPDS	(226)
第九章 其他相关技术	(232)
9.1 虚拟指挥自动化系统仿真技术	(232)
9.1.1 基于 DIS 的信息传递、融合及分发信息系统	(232)
9.1.2 预警雷达的仿真与实现	(232)
9.1.3 数据的一致性	(233)
9.1.4 雷达组网性能评估	(233)
9.2 Internet 网上多用户虚拟环境构建技术	(234)
9.2.1 多用户共享虚拟环境的体系结构	(235)
9.2.2 替身行为的生成与管理	(236)
9.2.3 替身运动的平滑	(237)
9.2.4 基于连续样条曲线的平滑过渡	(240)
9.3 虚拟原型机与虚拟组装技术	(241)
第十章 进一步研究的方向	(244)
参考文献	(248)

第一章 分布式虚拟环境的发展

自 1983 年美国陆军和美国国防部高级项目研究计划局(DARPA)共同制定并实施 SIMNET(SIMulation NETworking)计划以来,人们对分布式虚拟现实技术和分布式虚拟环境进行了广泛、深入的研究,取得了许多重要的研究成果。随着社会需求的不断扩大以及相关技术的逐渐成熟,虚拟现实技术和分布式虚拟环境有了很大的发展,尤其在军事仿真训练和演练应用方面已逐步实用化。

下面从军事仿真训练和演练的角度论述应用分布式虚拟环境的目的、对象,以及构造分布式虚拟环境所需关键技术及实现方法的发展与变化,并对不同时期有代表性的分布式虚拟环境进行概要的介绍。

1.1 分布式虚拟环境的发展变化

可以说,最早真正意义上的分布式虚拟环境就是为满足军事仿真训练的需求而开发的,而且迄今为止开发分布式虚拟环境和应用分布式虚拟环境最多的也是军事领域。美国军方实施 SIMNET 计划近 20 年来,随着计算机技术、网络技术等构造分布式虚拟环境所需关键技术的高速发展,以及军事仿真训练需求的不断提高,用于军事仿真训练的分布式虚拟环境也发生了巨大变化。

早期军事仿真训练的目的,是对单一作战人员的武器操作技能进行训练,后来发展到训练作战人员的协同与对抗能力,现在的目的则主要是进行战术联合演练,训练作战指挥员的指挥能力,或评价战术想定,选择最佳作战方案。仿真训练的设施和手段,也由原来的单武器平台经过局域网互连的单兵种多武器平台,发展为现在的大规模高速远程网络支持的多兵种多武器平台环境。

军事仿真训练发展的另一个特点是大量采用最新的计算机技术,如虚拟现实技术、先进网络技术、人机交互技术和人工智能技术等。采用虚拟现实技术建立具有三维逼真视景的合成环境,可为参与训练和演练的战斗员和指挥员提供所需的高度逼真的战场环境。先进网络技术使得远程异地协同演练成为现实。人机交互技术的发展使得人们开发了许多支持自然人机交互的平台级仿真实体,武器平台操作员可以得到近似真实的体验。应用人工智能技术开发的智能化计算机生成兵力,为仿真实体提供虚拟的作战对手和友军支持,提高了虚拟战场环境的复杂度和军事仿真演练的逼真性。

1.1.1 军事仿真训练目的与对象的变化

用计算机进行军事模拟与仿真训练的研究和应用工作开展较早,并且在武器模拟器,如飞机、坦克模拟器等的开发中采用了某些虚拟现实技术。但是在 20 世纪 80 年代以前,由于计算机性能,尤其是网络技术和其他有关条件的限制,仿真训练一般都只在单机上进行,因此,一次训练任务只能训练某单一兵种的单一作战人员对某种武器平台的操作技能,即只能进行单兵种、单武器平台的仿真训练。

随着军事仿真训练需求的不断提高,以及计算机网络技术与虚拟现实技术的发展,仿真训练的目的与对象都有了很大变化。已从原有的单兵种、单武器平台的作战技能训练,发展为多兵种、多武器平台的分布式联合军事仿真训练和演练,不但能训练一定规模作战环境下作战人员的协同与对抗能力,而且能训练指挥与参谋人员的作战指挥能力,同时还可以评价战术想定,从多种战术方案中通过近似于实战的仿真演练选择最佳作战方案。

在我们后面要介绍的 STOW、JSIMS 等系统中,仿真训练和演练兵种已覆盖陆、海、空、空间等诸多兵种,仿真任务可以实现技能训练、战术演练以及军事教育等目的,并开始支持具有较大规模的多兵种联合演练。特别值得注意的是,STOW、JSIMS 等计划已经开始考虑仿真训练系统与 C⁴I 系统的互联。这一目标如果达到,虚拟的作战仿真环境与真实的作战指挥系统将实现无缝联接,二者之间采用的标准、体系结构与相关组件将进行综合,使得 C⁴I 的主要使用者(参谋人员与指挥人员)在进行作战训练时,感觉不到所处战场环境究竟是真实的还是虚拟的,这样在接近于实战的作战环境中进行训练,可大幅度提高训练的效果。

1.1.2 分布式虚拟现实技术的发展

军事仿真训练需求的不断提高,目的和对象的相应变化,直接推动了分布式虚拟环境和分布式虚拟现实技术的发展。目前军事仿真训练已普遍应用先进的计算机网络技术互联处于不同地点的仿真节点,并采用开放的体系结构与统一的应用程序技术框架,如 TAFIM、HLA/RTI 等,以支持不同应用系统之间的互操作与重用,建立具有一定规模的分布式虚拟战场环境,在较大规模上支持多兵种联合战术演练、任务预演、综合训练与教育等。

美国的 SIMNET 计划最终实现了 260 台装甲车辆仿真器的互联,开创了分布式交互仿真和分布式虚拟现实技术的研究和应用。SIMNET 的一些成功技术和经验对分布式交互仿真和分布式虚拟现实技术的发展有重要影响。

SIMNET 采用了一种无中心服务器的对等式网络体系结构,即整个仿真网络环境中没有中心服务器,各仿真节点之间是完全平等的关系,每一个仿真节点既可

以是信息提供者,同时也可以是信息接收者。各节点之间有一个默认的全局环境数据库,每个仿真节点只提供它所仿真的实体的状态信息,且每次提供状态信息时,节点以广播方式将消息发布到整个网络,其他节点是否接收并处理该消息,完全由它自己决定。这种网络结构在一定程度上减少了对网络带宽的要求,同时还增加了网络的稳定性,不会因为某一仿真器的异常终止而导致整个仿真任务的终止。SIMNET 还采用了至今仍被广泛使用的所谓 DR(Dead Reckoning)算法。这种算法可以较大幅度降低网络的负载。

上述两项技术初步解决了一定规模仿真器互联的问题,实现了从单武器平台的操作技能训练到多武器平台间协同与对抗作战仿真的跨越。总结 SIMNET 研究、开发和应用过程中积累的经验,美国政府和工业界在 SIMNET 基础上,共同倡导并着手建立异构型网络互联的分布交互仿真(Distribute Interactive Simulation, DIS)系统,把它作为美国面向 21 世纪的一种信息基础设施,并于 1989 年制定了 IEEE DIS 的协议标准。基于 DIS 标准,美国军方在各军兵种开展了各种高级概念技术演示项目(Advanced Concept Technology Demonstration, ACTD)的研究开发,建立了一批用于军事仿真训练的分布式虚拟战场环境,训练作战人员的协同与对抗能力。当仿真实体数目达到一定规模时,分布式虚拟战场环境就可以进行各种战术演练,用来训练指挥与参谋人员,或进行作战计划预演,并根据实际的,而不是计算的演练结果来评判作战计划的合理性与效果。

SIMNET 及 DIS 技术取得的成功,使得分布式虚拟战场环境系统的开发和应用越来越多。为了应用不同仿真系统完成多兵种联合任务演练,不同单位开发的仿真系统之间的互操作性与可重用性就显得越来越重要。例如,如果陆军需要开发一个分布式虚拟战场环境,训练装甲车辆作战人员与直升机对抗过程中的作战能力,他们除需要开发相应的坦克仿真器外,如果能直接使用空军的直升机仿真器,或者能与空军的直升机仿真系统进行互操作,那么将减少陆军重复开发直升机仿真器的工作量。但是,由于 DIS 标准中采用了广播消息传递方式,因此限制了仿真的规模,并且不同仿真系统之间的互联仍然存在过多的假设。

为了实现更大规模的分布式虚拟战场环境,实现多兵种之间更大规模的联合作战演练,以便于训练军事指挥人员,并对战术演练与作战计划预演提供支持,用真实的演练结果评判作战计划,美国国防部建立了多个标准,并研究了分布式虚拟战场环境的统一技术框架来保证不同仿真系统的开放性,并以此保证它们之间的互操作性与可重用性。美国国防部要求各军兵种自行开发的仿真系统必须符合这些标准。其中一个重要的标准是 TAFIM。

TAFIM (Technical Architecture Framework for Information Management, 信息管理技术体系结构框架)是由美国国防部分布信息系统局(Distributed Information

System Agency, DISA) 建立的一个开放的分布处理系统技术框架, 如图 1-1 所示。

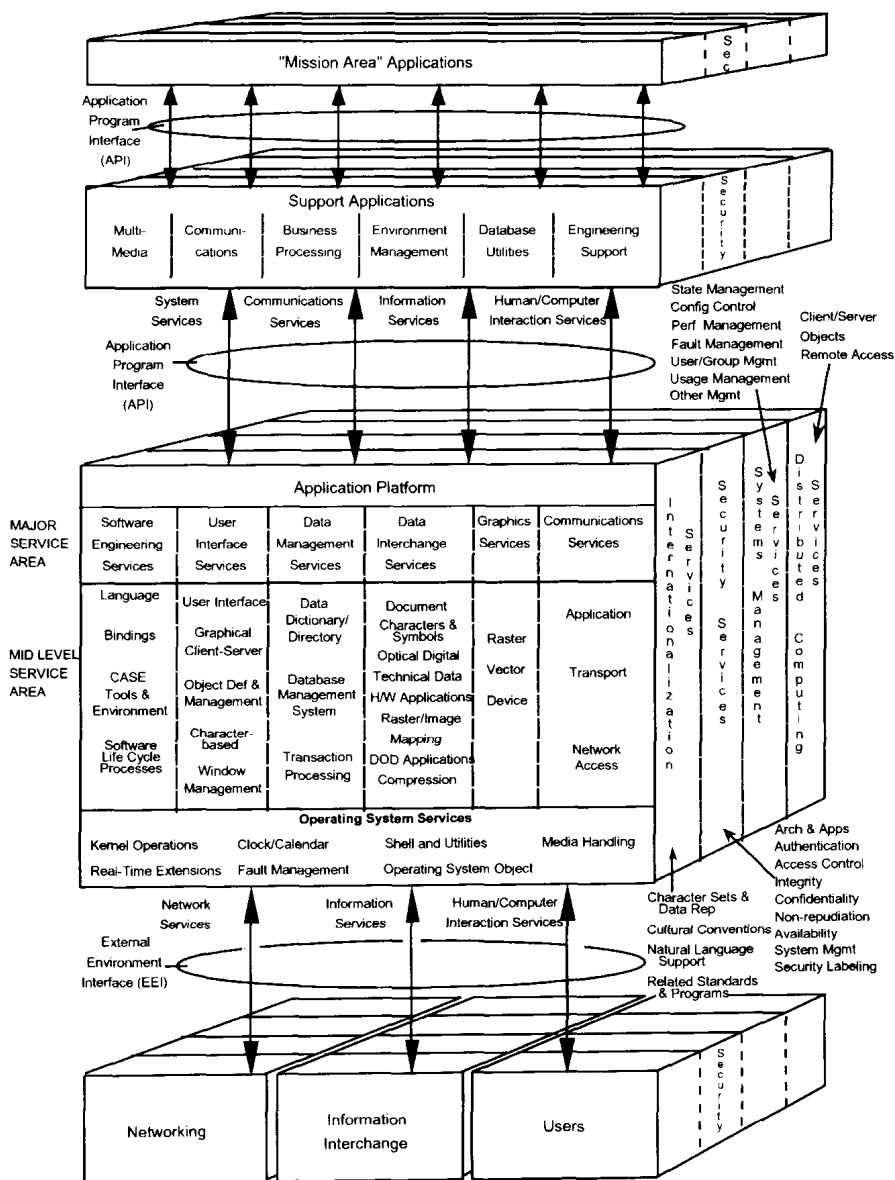


图 1-1 TAFIM 技术参考模型

TAFIM 不是一个具体的系统体系结构, 也与具体系统的数据无关, 而是提供一般的服务、标准、设计概念、组件和配置。TAFIM 通常包括:

- (1) 总体体系结构: 组成部分、相互关系、设计和运行准则。