

战场情景模拟及其在 SGI ONYX/RE2 实时多媒体环境下的系统实现

许斌 王勇 顾浩 冯义

(中船总公司 716 研究所, 连云港 222001)

摘要 战场情景模拟在武器装备研制和军事训练中有重要意义。本文介绍了战场情景模拟的特点以及对多媒体相关技术的需求。详细叙述我们在 SGI ONYX/RE2 实时多媒体环境下实现的战场情景模拟系统, 并对应用开发中的有关技术问题作了分析, 给出了解决方法。

关键词 战场情景, 模拟, 多媒体

1 引言

当前, 随着视景仿真技术日渐成熟, 战场情景模拟已经进入实用化阶段。它是计算机技术、图形处理与图像生成技术、立体影像和音响技术、显示技术、信息合成技术、软件工程等诸多高新技术的综合运用。战场情景仿真将模拟出真实战场环境中的地形、自然环境、运动体的运动及动感、声音和视觉效果, 以及突发情况和特殊效果(如爆炸、火焰), 因此不仅对计算机系统硬件平台、实时图形处理能力、三维图形的逼真动画效果要求很高, 而且对软件开发环境特别是场景造型、三维实体的动态绘制等也有很高的要求^[1]。

战场情景模拟在武器装备的研制和军事训练中有相当大的应用价值。当前对军用仿真技术发展产生变革作用的新技术是虚拟战场技术和分布式交互仿真技术, 战场情景模拟正是虚拟战场仿真和电子化军事对抗仿真的基础。事实证明: 人们对基于图象、声音等感官信息的理解能力远远大于对数字和文字等抽象信息的理解能力。运用战场情景模拟技术建立起一个虚拟的, 但非常逼真的电子战场环境, 使攻防双方的作战人员沉浸在由计算机产生的作战环境中, 它为武器装备研制、战术演练和训练提供了

非常有效、省钱的手段和途径, 具有十分明显的经济效益和军事效益。

2 战场情景模拟的特点、组成及对多媒体相关技术的需求

2.1 特点

所谓战场就是交战双方实施战斗的场所。它必须具备 2 个属性:

- 自然地域属性。交战必须有一空间如地面、水面、空中等等。

- 动态属性。无论是作战装备及其载体还是人都是战场的主体, 它们依据某一战术思想和交战方的形势进行动态控制。动态属性即是这种动态控制过程, 以及与此相关联的事件与效果。

可以认为, 战场情景模拟就是综合利用计算机技术、图形等技术, 依据一定的数学模型描述产生具有上述 2 个属性的环境即电子战场的一种手段和方法。它具有以下几方面的特点:

2.1.1 综合性 战场情景从构成的要素来说既有自然对象如地形、地物; 又有非自然对象如军事设施、各类运动体(包括飞机、舰艇、坦克等)。从媒体的划分上, 又包括图象、图形、语音、视频、文字等成分。

2.1.2 虚拟现实性 说它是虚拟的, 是因为模拟

产生的战场环境是环境数学模型的实现和反映,并不代表一个实际的环境。即使有时为使环境更具针对性,模型可以建立在一个真实的地形和作战案例之上,但从本质上,它仍然是虚拟的。说它是现实的,是指这种合成的电子战场环境在感觉上(包括视觉、听觉)具有逼真性。

2.1.3 可重现性 由于是模型驱动,因而环境可以重复产生,这对于操作训练、评估某一战术思想特别有用。

2.1.4 实时性 实时性是战场情景模拟的内在要求。它表现在:运动体位置、姿态的实时计算与动态绘制;画面更新率必须达到人眼觉察不到闪烁的程度,即相当平滑的程度,通常为 20~30 帧/s;声音与发音对象或事件同步。

2.2 组成要素

从功能上看,典型的战场情景模拟系统的组成(图 1)。从时序上看,战场情景模拟通过两个阶段实现。

第一阶段:准备阶段。这一阶段是根据战术思想和使用要求建立环境描述如地形属性(是空中、陆地,还是海域),区域边界,事件表,目标运动特性等等。然后,借助造型工具构造出所需的场景库、目标库。

第二阶段:运行阶段。这一阶段在事件驱动下,对目标进行运动判别、计算,实时给出目标在场景中的位置,根据当前视点和视场控制视区内的画面更新。同时根据运动状态控制产生相应的声音。

2.3 对多媒体相关技术的需求

战场情景模拟的关键是景物的实时生成与各种

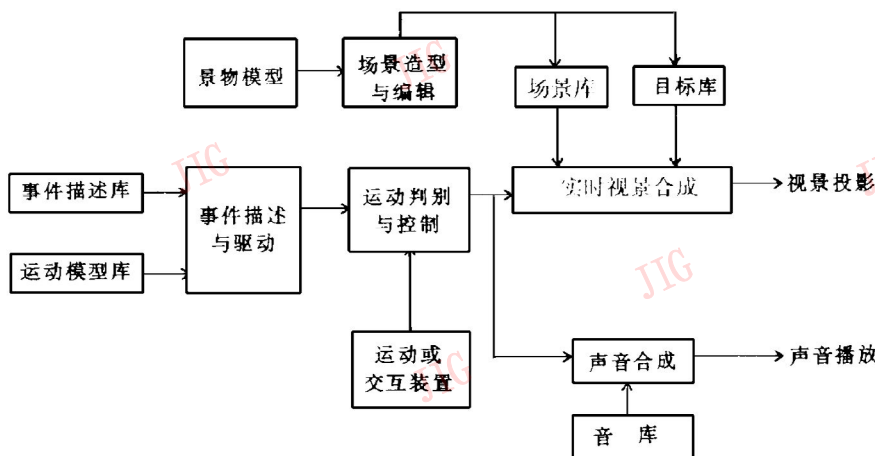


图 1 战场情景模拟功能要素

Fig. 1 The functional elements of battlefield scene simulation.

效果的产生,涉及到多媒体技术的各个方面。主要包括:

2.3.1 图象技术 战场情景中的地形,一部分可以直接通过造型工具建立起来,一部分要通过图片等原始资料来建立。如山脉、海面、建筑物这些场景要素,其表面具有丰富的纹理特性,靠造型来建立既费时又缺少真实感,而通过对图片进行扫描获取纹理图象的办法建立这些场景要素既直接、有效,还更具真实感。这里主要涉及:

- 纹理图象的获取与存贮。
- 纹理图象的处理特别是增强处理^[2]。

2.3.2 图形技术 图形技术在战场情景模拟中主要用于建立地形、道路,运动体(目标)等要素,以及这些要素的实时绘制。另外,诸如海(河)岸线、浪花、云彩、烟雾这些场景元素有时也需要通过特殊的模拟方法如分形几何(fractal)等来创建^[3]。

在战场情景模拟中,实体模型及绘制算法有着很重要意义。这是因为运动体是战场环境的主体要素,这些运动体如各类舰艇、飞机、坦克等通常都具有较复杂的结构,由于实时性的要求,其模型、表示方法及绘制算法必须经过精心选择、设计,才能最大限度地满足要求。

2.3.3 语音技术 战场情景模拟逼真性的一个重要方面体现在听觉的感知上,即具有与画面相匹配的音响效果,真正让人感受到身临其境。这主要通过语音(合成)技术来获得。

语音技术主要用于模拟各种自然效果如海浪声、雷声,运动体运动及碰撞所产生的声音,以及武器发射、打击目标所产生的声音。有时候,还要合成战斗过程中指挥员下达的有关口令、指示。

当前立体数字音响技术在这方面提供了很好的支持。

2.3.4 视频技术 战场情景模拟中,视频技术主要有两个作用:

- 获取视频图象(如通过摄像机)用作背景或纹理。
- 过程实时记录、重放。便于对某次训练过程的结果进行保存、事后评价。

2.3.5 立体影像技术 通常情况下,绘制在屏幕上的三维图象只具有二维半的信息,深度感不强,难以让人有“沉浸感”。引入

立体影像技术,利用双目视差原理产生左、右图象,配以立体眼镜可以较好地解决这一问题,获得较满意的效果。这在大视场投影画面情况下经常使用。有时候,也可利用头盔装置实现类似的功能。

除了以上 5 个方面,战场情景模拟涉及到的多媒体相关技术还有一些,如图象和视频传输等,这里不一一赘述。

3 基于 SGI ONYX/RE2 的战场情景模拟系统及开发环境

战场情景模拟系统通常有二种选择方案,一是专用系统,即从功能部件(板)甚至芯片入手配置、组织硬件,从底层编码开始编制应用软件。如美国 EVANS 公司的产品,这类系统费用低,实时性较高,但开发周期长,使用灵活性和效率均不够高。二是基于专业开发平台的通用系统,这类系统费用适中,但开发效率很高,模拟的战场情景更具逼真性。我们实现的即是后一类系统。

3.1 SGI ONYX/RE2 超级图形计算机简介

SGI ONYX/RE2 是目前世界上功能最强、技术最先进的超级图形计算机。它将对称多处理能力带入先进的图形体系结构中。该系统的主机可以配置 2~24 个 R4400 CPU,图形子系统则可以包括三个独立的 RE2 (Reality Engine 2 图形引擎)。ONYX/RE2 的独特优势在于强大的计算能力和卓越的图形性能的有机结合,特别适用那些既要大量的计算,又要强大的交互式可视功能的图像生成和仿真,数字化动画制作、虚拟现实和科学计算等方面。

基于上述特点,我们选用 ONYX/RE2 作为战场情景模拟系统的开发与运行环境。

3.2 系统组成

战场情景模拟系统主要由仿真主机、情景产生分系统、情景播放分系统组成(图 2):

3.2.1 DEC 2100 Server 配置有二个 ALPHA 芯片 21064CPU 的仿真主机。该机主要用于情景描述,运动目标姿态和位置解算以及状态控制,并实

时传送给 SGI ONYX/RE2。

3.2.2 SGI ONYX/RE2 战场情景模拟系统的核心,亦即情景产生分系统。由它实现场景构造、运动目标造型、视景实时合成,声音控制。它是台板式系统。主要配置为:内存 64MB,硬盘 2G,2 个 R4400 CPU,1 个 RE2,另配置磁带机,光盘机,操作系统为 UNIX。

3.2.3 Sirius 广播级的实时视频处理部件,它与 RE2 图形子系统结合,构成一个数字视象处理系统,为纹理图像处理、视频处理提供支持。

3.2.4 MCO 多通道输出部件,主要用于将模拟产生的视景进行多窗口处理,分送 3 个独立的投影设备,最终形成一幅宽视场(120°)的三维视像。

3.2.5 Aconstetron II 一个三维数字立体声音响系统。它受控于 ONYX 主机,其关系类似于服务器和客户机。客户机(ONYX)将声源和听者位置等信息通过通信口送至服务器(Aconstetron II),服务器则不断计算出到达听者位置处的声音。Aconstetron II 可提供 16 个独立的主体声源,并能准确模拟出特定环境对声音的传播、反射特性,如峡谷、大会堂内,或穿过一个物体等。这些均为实时产生。

MCO 和 Aconstetron II 构成本系统的情景播放分系统。

3.3 软件开发工具

该战场情景模拟系统中主要有两种软件开发工具,即 IRIS Performer 和 Coryphaeus 视景仿真软件。

3.3.1 IRIS Performer

SGI 公司提供的软件开发环境。为视景仿真、虚拟现实及特定的图形任务提供高水平的支持。

Performer 在 GL 层次上提供图像操作功能。它

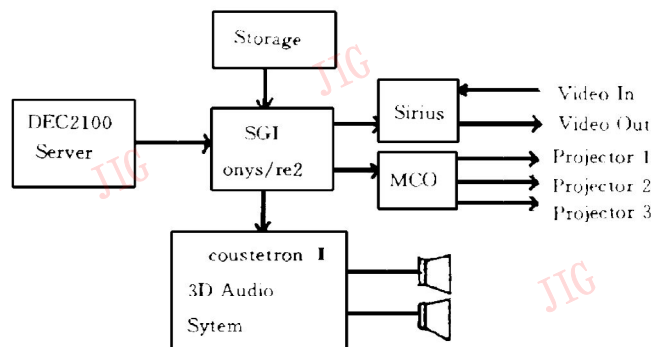


图 2 战场情景模拟系统组成

Fig. 2 The configuration of battlefield scene simulation system.

分为内层和外层,外层功能有:采集、控制多个不同的显示通道及利用数据库快速完成交互式任务;而内层是一个执行模块。内外层紧密结合,并行工作。尤其重要的是,Performer 可以将图形任务并行地安排,提交给处理系统,这对于配置有多 CPU 的系统非常重要。

IRIS Performer 包括:应用库(LIBPF),可提供全面的视觉仿真能力;性能库(LIBPR),可提供最佳的运行环境。

3.3.2 Coryphaeus 实时视景仿真软件

Coryphaeus 软件集为视景仿真提供高层支持。主要包括:三维建模软件 DWB,地形构造软件 Easy Terrein,场景构造软件 Easy Scene,动态海浪模拟 Open sea,动态红外模拟软件 ERX IR 等。

- DWB

三维建模软件 DWB 具有良好的交互式用户界面,应用它,即使非专业编程人员也可构造和编辑动态、全交互模型、外景及仪器仪表等。它还支持纹理的粘贴和编辑,分层细节(level of detail, LOD)、外部数据驱动目标模型、实况数据录制和播放。

- Easy Terrein

利用三维地形生成系统 Easy Terrein,可在非编程情况下快速生成和编辑地表、舱外地形、虚拟世界以及基于数字化高度数据的实际地形描述。此外,它也支持 LOD,并具有识别卫星或航摄的数据等特点。

- Easy Scene

Easy Scene 可以装入 Easy Terrein 构造的地形及 DWB 构造的目标。除了与 Performer 完全兼容外,Easy Scene 还支持多通道、多 CPU、碰撞检测,特殊效果,三维立体声等。

3.4 与仿真主机的联结

ONYX 系统与仿真主机间可以通过 3 种方法联结:以太网、FDDI 网、反射内存。若使用以太网,系统无须添加硬件,而 FDDI 和反射内存均须添加相应部件。这 3 种连接方式可根据不同的应用场合和实时性要求进行选择。其中以太网连接方式适合速度和可靠性要求都不很高的场合,FDDI 正好相反。反射内存连接方式一般在实时性要求高,通信数据量大的情况下使用。

4 应用开发中的有关技术问题及措施

4.1 实时性与逼真度的关系

为了产生逼真的战场环境,需对仿真过程中的仿真事件(如爆炸)产生环境效果包括:火焰、烟雾、声音。另外,生成逼真的虚拟电子战场需要大量的三维图形模型。不同逼真度的模型,其复杂程度和所需的计算量会有很大的不同。实时性和逼真度是两个矛盾的要素,为在确保实时性的前提下,又尽量满足逼真度的要求,在建模过程中,我们着重采用以下几个措施:

4.1.1 在场景中的重点和有特性的部位做得尽量逼真,而不重要的部位则相对粗一些。

4.1.2 利用分层细节描述(LOD),对场景中的目标进行分层控制,随着目标离视点渐近,逐步细化。

4.1.3 对于背面(Backface)不可见的面(对观察者而言)应关闭,以减少计算量,提高实时性。

4.2 与仿真主机的通信方法

实际使用中,仿真主机与 ONYX/RE2 间经常用以以太网连接。

应用中发现:

4.2.1 采用 TCP/IP 协议集,无法达到每秒 30 次(每次 44 字节)的传输数据率,出现帧与帧时间间隔不等,致使目标运动产生步进现象;

4.2.2 使用 UDP/IP 可以满足上述传输数据率要求;

4.2.3 ONYX 系统和 VAX 机数据表示方法有很大区别,必须进行转换(表 1)。

表 1 实数、整数在 VAX 和 ONYX 中表示方法实例

Table 1 The example of representation method for real and integer in VAX and ONYX

数 值	12345.6(实数)				123456789(整数)			
	低 字	高 字	低 字	高 字	低 字	高 字	低 字	高 字
VAX	64	71	102	230	21	205	91	7
ONYX	70	64	230	102	7	91	205	21

由上表可以看出,同一浮点数,在 VAX 和 ONYX 中,高字和低字中两字节位置互换,且在 ONYX 中首字节与 VAX 第 2 字节相比小 1;同一整形数在 VAX 和 ONYX 中,高字和低字以及其中两字节位置均须互换。

4.3 声音与事件同步

声音与事件同步表现在视觉和听觉上,就是人眼在看到某一事件(如碰撞、爆炸)时,与此事件相关

的音响效果也应及时被感受到。否则会产生视觉和听觉上的不一致,影响真实感,严重时会导致使用人员无法适应。要提高声音与事件的同步水平,除了音响系统本身的性能外,以下几项措施也是很重要的因素:

4.3.1 选择有效的声音编码与音库组织形式,缩短检索时间;

4.3.2 选用有较高存取速度的磁盘系统;

4.3.3 视景系统与音响系统的接口合理、命令简洁,减少命令的传输和解释时间。

4.4 编程考虑

虽然, Coryphaeus 提供了不需编程或很少编程就能构造应用的手段,但一般情况下,应用系统比较复杂。经常是既要使用 Coryphaeus 高层应用库,也要使用 performer 中层应用库以及底层图形支持工具 GL,以达到运行效率和开发效率的均衡。

5 结束语

目前,我们已在上述基于 SGI ONYX/RE2 的战场情景模拟系统中,实现了海上作战场景模拟和

敌我双方对抗演练。构造的运动目标包括各类舰艇、飞机、导弹,场景包括海域、海岛、海岸线、陆地、建筑物等。从实际运行结果来看,效果很好。

随着多媒体、虚拟现实技术、仿真技术的发展,一方面战场情景的表现形式将更具感染力亦即虚拟战场环境可以达到以假乱真的程度,置身其中,犹如在硝烟弥漫的实战空间,无须投入兵力、武器装备就可实现宏伟的战斗场面,演练各种战役、战术。另一方面,作为电子战场重要用途之一的军事对抗模拟,其结构也从简单的主机式或客户服务器方式向分布式交互仿真体系转化^[4],从而可实现异地远程的对抗模拟,这对于军事技术的发展无疑将极具推动力,也是今后我们深入研究的方向。

参考文献

- 1 王精业,周深根,赵学利,等.系统仿真技术在车辆仿真中的应用.系统仿真学报,1995,增刊:1~12.
- 2 徐建华.图象处理与分析.北京:科学出版社,1992,27~36.
- 3 罗振东,廖光裕.计算机图示学原理和方法.上海:复旦大学出版社,1993,190~196.
- 4 周绥平,陈宗基.系统仿真技术的前沿:分布交互仿真技术.计算机学报,1994,4(4):290~295.



许斌 高级工程师。1990年获杭州大学计算机系硕士学位,主要从事视景仿真、可视化、人机界面方面的研究、开发工作。

Battlefield Scene Simulation and the System Based-on SGI ONYX/RE2

Xu Bin Wang Yong Gu Hao Feng Yi

(The 716 research Institute, Liayungang 222001)

Abstract Battlefield scene simulation is of significance in the development of weapon equipment and the military training. In this paper, the characteristics of battlefield scene simulation and the demand for relevant techniques of multimedia is introduced. The battlefield scene simulation system based-on SGI ONYX/RE2 is described.

Keywords Battlefield scene, Simulation, Multimedia