

# 导弹攻防对抗仿真中的分布表现环境设计\*

苏玉强 赵雯 李群 王维平

(国防科技大学系统工程与数学系 长沙 410073)

**摘要** 本文针对导弹攻防对抗仿真的特殊需求,讨论了分布表现环境中的若干问题,提出了基于表现模型的、支持层次化表现的系统设计方案。

**关键词** 分布表现环境,表现模型,层次化表现,攻防对抗仿真

**分类号** TP391.9

## Design of Distributed Presentation Environment for Missile System Engagement simulation

Su Yuqiang Zhao Wen Li Qun Wang Weiping

(Department of Systems Engineering and Mathematics NUDT)

**Abstract** To meet the specific demand of missile system engagement simulation, this article proposes a presentation model based hierarchical presentation supporting system design alternative, after the investigation of several key design problems in distributed presentation environment.

**Key words** Distributed Presentation Environment, Presentation Model, Hierarchical Presentation, Engagement Simulation

近年来,随着计算机技术,特别是分布计算技术、计算机网络技术、计算机仿真技术的迅速发展,人们将计算机技术广泛用于导弹武器系统的设计指标论证和作战效能评估。将计算机仿真技术用于导弹武器系统的全寿命周期过程,可以缩短系统的研制周期,降低研制费用。对于导弹武器系统这样的大型系统,它的结构复杂,模型的运算量大,单台计算机已经很难满足要求,在这种情况下分布仿真技术被引入。除此之外,多媒体技术又为人们对仿真模型的验证、仿真结果的理解提供了全新的方法和手段,使得仿真过程和仿真结果更加易于理解<sup>[2]</sup>。

在导弹武器系统的作战效能评估中,仿真过程的多媒体表现占有相当重要的地位,它使仿真突破数字、基本曲线的传统表现形式,表现手段丰富多样化,从而增加人对仿真过程的参与感。导弹武器系统的仿真表现更适合于采用分布表现的方法,这主要是因为:(1)导弹武器系统作为大型的武器系统,其仿真运算量大,仿真模型复杂,单个建模者、单台计算机很难满足要求,一般需要采用多用户建模、分布仿真的方法。仿真建模由分布在不同站点的多台计算机完成,模型分布性客观上决定了表现的分布性。(2)评估导弹武器系统的作战效能指标需要在有对抗情况下进行,而攻防对抗本身就具有分布的特性。(3)导弹攻防对抗仿真涉及到进攻方和防御方,双方在敌对的情况下制定本方的作战计划和执行本方的作战任务,为了仿真研究的需要,在敌对双方之间设立一个评判方,评判方是攻防双方的信息中介,进攻方,防御方和评判方应该在不同的计算机上进行表现。

本文将以前述导弹武器系统攻防对抗仿真为背景,在多媒体仿真环境 SimStudio 1.0 表现环境<sup>[3][4]</sup>的基础上,对分布表现环境中存在的问题进行一些研究。

### 1 分布表现环境与分布交互仿真中表现的区别

虽然分布表现环境也强调表现的分布性,但是它与分布交互仿真 (Distributed Interactive Simula-

\* 重大试验技术研究项目资助

1998年10月5日收稿

第一作者:苏玉强,1975年生,硕士

tion) 中的表现还是有很大的区别, 它们之间的区别主要体现在以下三点:

(1) 分布表现环境的目的是为仿真过程提供易于人们理解的途径, 表现采用如文本、图标动画、图片、声音、影像等媒体手段, 它不像分布交互仿真强调实时视景生成

(2) 分布交互仿真中的主机是对等的, 仿真主机可以随时加入、退出仿真, 而分布表现环境则采用 C/S 结构, 表现服务器协调表现环境中表现终端之间的关系

(3) 分布表现环境的侧重点在于体系对抗, 强调宏观层次上的表现, 而分布交互仿真的重点是微观上的表现

## 2 分布表现环境的设计思想

分布表现环境的总体设计思路是在仿真模型的基础上建立表现模型, 用表现模型来支持层次化的分布表现<sup>[1]</sup>。

### 2.1 多媒体仿真环境中的仿真模型

多媒体仿真环境中的建模环境提供了一种面向对象的层次化建模工具, 建模环境中包括三大类模型: 基本对象模型、组合对象模型和应用对象模型<sup>[4]</sup>。组合对象模型可以包含若干个基本对象模型或者其它组合对象模型, 这些基本对象模型或者组合对象模型在上层组合对象模型内部相互联结, 在仿真运行过程中的互相发送、接受消息, 它也可以是另一个组合模型的子模型, 与其它模型进行通信。针对某一个仿真应用的应用对象模型只能有一个, 而且它不同其它模型发生消息联系。

基本对象模型是仿真模型的最小单元, 对它不能再进行分割, 它不仅描述了系统的行为逻辑, 而且封装了表现所需的媒体属性, 这些媒体属性在表现的过程中会映射到仿真项目<sup>[4]</sup>的媒体素材库中。

### 2.2 表现环境的层次化

像导弹武器系统这样的大型复杂系统采取分层次的表现是比较符合实际的, 因为大型系统一般都采用多用户协同建模, 分布仿真运行的方法, 仿真建模过程是由多个人参加, 不同级别的人员最为关心的是与自己有关的部分的表现, 例如在导弹攻防对抗仿真中, 进攻方模型建立者最关心的是进攻导弹的仿真表现情况, 而评估方作为更高一层的参与者, 它不仅要从宏观上把握攻防对抗双方模型运行的情况, 而且要能够随时切换到进攻方或者防御方的表现场景。

复杂系统建模仿真的分布性也对仿真表现提出了新的要求, 要由用户决定在哪些终端计算机上进行表现, 具体每台计算机上要表现一些什么内容, 各台计算机的表现内容应该是不同的, 否则分布表现就失去了意义, 在不同的计算机上同时进行表现的本质就是如何组织表现层次, 使表现方式更加符合实际, 要使表现环境具有层次化表现的特性, 满足分布表现的要求, 就要在仿真模型的基础上建立用于仿真表现的层次化表现模型。

### 2.3 基于仿真模型的分布表现环境设计

分布表现环境设计的指导思想是采用面向对象的思想, 针对仿真模型建立层次化的表现模型, 分布表现环境的支持层为用户建立的层次化表现模型, 层次化表现模型和层次化仿真模型的关系是: 表现模型建立在仿真模型的基础之上, 仿真模型在运行过程中驱动表现模型进行表现; 而表现模型的层次结构不完全对应于仿真模型的层次结构, 这是由两者的不同性质决定的, 仿真模型是面向系统的, 它是用来描述系统的行为逻辑过程的, 同时为表现环境提供表现数据; 而表现模型则是面向用户, 面向理解的。

表现模型应该包括所要表现的内容, 在仿真模型中只有基本对象模型包含有媒体属性, 因而表现模型要表现的内容就是指要表现哪些基本对象模型, 表现它们的哪些媒体, 表现模型提供媒体的选择与屏蔽是非常有必要的, 这样的好处主要在于使表现过程更加符合实际情况, 例如在导弹攻防对抗仿真表现过程中, 防御方在进攻方进入防守阵地后, 防御方只能表现进攻导弹图标动画以及声音媒体, 如果表现出文本信息等其它媒体, 则不符合一般的规律, 将表现模型与仿真模型分离有以下三个优点:

(1) 给用户更加灵活的表现组织方式, 在仿真模型的建立过程不需要考虑如何组织仿真模型满足表现要求, 仿真模型的结构可以完全与系统的逻辑和功能结构相符合。

(2) 层次化表现模型支持仿真模型的交叉式表现，所谓交叉式表现就是指仿真模型可以在不同的表现模型中同时进行表现。如在导弹攻防对抗中进攻导弹不仅能在进攻方表现，而且同时能在进入防御阵地附近区域后在防御方表现。

(3) 将表现模型与仿真模型分离，使对表现媒体控制更加灵活，用户在建立表现模型的过程中就可以选择表现仿真模型的哪些媒体，而屏蔽哪些媒体属性。

### 3 分布层次化表现模型分类及结构设计

分布表现环境要支持层次化表现，就必须有不同类型的表现模型。表现模型的用途不同，它们的结构也有很大的差异。

#### 3.1 表现模型的分类

为满足分布表现的需要，可以将表现模型分为三类：顶层表现模型、组合表现模型和基本表现模型。顶层表现模型只有一个，它对应于一个仿真项目，位于表现服务器上，其中包含表现的分布策略以及所有的表现模型信息。组合表现模型是一类非常重要的表现模型，所有的表现终端都对应一个唯一的组合表现模型。它是由基本表现模型或其它组合表现模型组成的，代表具有实际意义并且具有较高层次的表现实体。基本表现模型则是表现模型的最小单位，它代表了具有实际表现意义的最小实体，例如导弹攻防对抗中的雷达。



图 1 顶层表现模型结构

Fig. 1 Structure of top level presentation model



图 2 基本表现模型结构

Fig. 2 structure of basic presentation model

#### 3.2 顶层表现模型的设计

顶层表现模型由整个表现场景的坐标，参加表现的终端地址以及其所对应的组合表现模型组成。顶层表现模型的结构如图 1 所示。

#### 3.3 组合表现模型的设计

组合表现模型是整个表现模型的核心，它在层次化表现模型中起着承上启下的作用，其中不仅可以包含基本表现模型，而且还包括其它组合表现模型。组合表现模型，除了像顶层表现模型那样包含表现场景坐标之外，还要包含本级的表现场景。

#### 3.4 基本表现模型的设计

基本表现模型是建立在仿真模型中的基本模型的基础上的，要表现的内容是由仿真基本模型决定的，它包含若干个仿真基本模型。要在表现的过程中正确地分发和接收表现指令，正确地表现和屏蔽仿真基本模型对应的媒体，基本表现模型中就必须包含所要表现的仿真基本模型名称以及它对应的媒体屏蔽位信息。另外，它作为可表现的一级模型还要有表现场景和表现场景的坐标。基本表现模型的结构如图 2 所示。

### 4 表现环境结构设计

在分布表现环境下，为了避免表现媒体格式的不一致性，采用媒体映射机制，在参加表现的机器上有仿真项目对应的媒体素材库，素材库中的媒体格式是与平台有关系的，在仿真表现的过程中再将表现命令映射到具体的媒体。

分布表现环境采用 C/S 结构，由一台表现服务器和若干表现终端组成，表现服务器负责接收从仿真服务器发送来的表现指令，并且根据表现分布策略（顶层表现模型）分发表现命令到不同的表现终端。表现服务器还有一项更为重要的任务就是维护各表现终端的表现同步。表现终端根据收到的表现命令和层次化表现模型进行表现。

分布表现环境的总体结构如图 3所示。

### 5 关键问题及解决方法

分布表现环境中存在的主要问题就是如何保持场景的一致性 因为分布表现环境支持层次化的表现, 不同的层次所对应的场景大小不一样, 表现过程就要将表现实体映射到不同的场景中去。另外, 由于不同层次对应的场景大小不同, 这一层次上要表现的实体在未进入本层的表现场景之前, 就必须屏蔽实体的其它诸如声音、影像等本来要表现的媒体, 等到实体进入表现场景之后才将媒体正常地表现出来

对于场景一致性的问题, 可以采用场景坐标映射的方法来解决。在顶层表现模型中保存有仿真项目的表现场景坐标, 在不同层次的表现模型中也包含有模型的表现场景坐标。这一坐标是顶层表现模型中的坐标的子集, 在分布表现环境接收到表现指令后, 由表现服务器利用顶层表现模型中的场景坐标, 将表现指令中的坐标值映射成场景坐标中的值, 表现服务器发送给表现终端的表现指令中的坐标值是映射后的坐标值, 表现终端根据当前所处的表现模型层次, 再利用当前的表现模型中场景坐标将接收到的表现指令中的坐标映射到当前场景中。

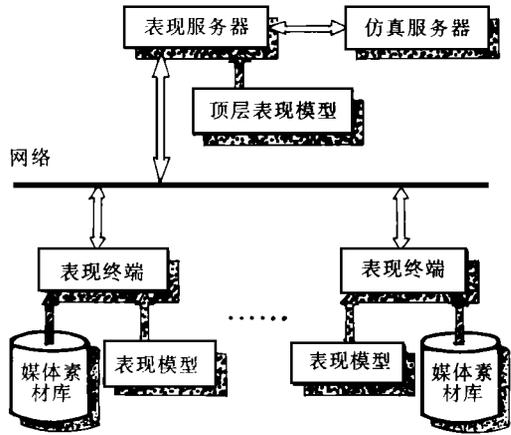


图 3 分布表现环境结构图

Fig. 3 Structure of distributed presentation environment

### 6 结束语

本文针对导弹攻防对抗仿真表现, 提出了基于表现模型的分布表现环境设计框架, 并且对层次化表现模型进行了深入的研究。对表现环境中存在的表现场景一致性问题提出了解决方法。在今后的研究中还将对表现媒体的同步问题做更为深入的探讨。

### 参考文献

- 1 Jan es Crmer Simulation and Scenario Support for Virtual Environments. Computer&Graphics. 1996. 20(2): 199~ 206
- 2 王维平. 面向对象的多媒体仿真技术研究. 国防科技大学技术报告, 1994
- 3 赵雯等. SinStudio仿真表现环境设计与实现. 系统仿真学报. 9(2): 22~ 26. 1997
- 4 李群等. SinStudio仿真建模环境的设计与实现. 系统仿真学报. 1997. 9(2): 17~ 22