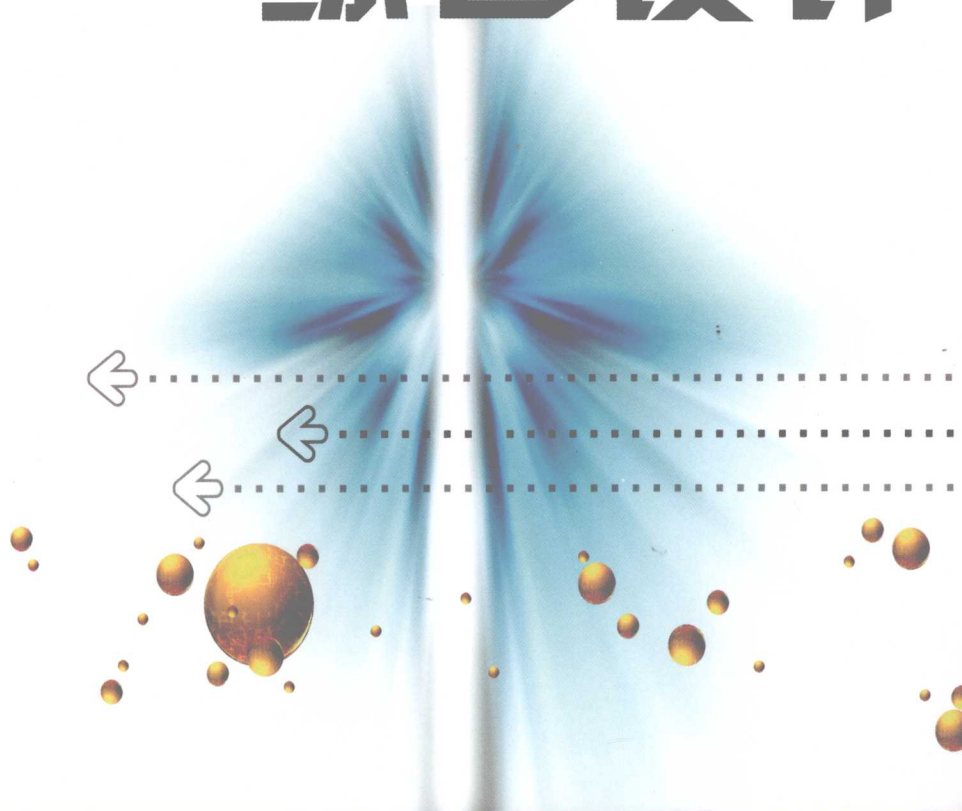


HLA FANGZHEN XITONG ZONGHE SHEJI

HLA 仿真系统 综合设计

黄健 郝建国 / 编著



- 第一章 概述
- 第二章 HLA标准和KD-HLA分布仿真支撑平台
- 第三章 HLA联邦开发与运行过程
- 第四章 联邦成员设计
- 第五章 对象模型模板与开发工具KD-OMDT
- 第六章 运行支撑框架RTI
- 第七章 成员开发辅助工具Fedwizard
- 第八章 联邦调试与运行
- 第九章 多联邦互联与桥接工具KD-FBT
- 第十章 设计试验题

国防科技大学出版社

HLA 仿真系统综合设计

黄 健 郝建国 编著

国防科技大学出版社

·长沙·

内 容 简 介

HLA 是新一代分布仿真体系结构标准,已广泛应用于军内外大规模分布仿真系统的建设中,极大地促进了仿真间的互操作和可重用。本书共分 10 章,内容涉及 HLA 标准和基于 KD-HLA 分布仿真支撑平台、运行 HLA 联邦开发与运行过程、联邦成员设计、对象模型模板与开发工具 KD-OMDT、运行支撑成员开发辅助工具 Fedwizard、联邦调试与运行、多联邦互联与桥接工具 KD-FBT 等,并提供了实验设计题。

本书主要面向开展分布仿真综合训练课程学习的学生和相关专业的科研人员、教师。

图书在版编目(CIP)数据

HLA 仿真系统综合设计/黄健,郝建国编著. —长沙:国防科技大学出版社, 2008.9

ISBN 978 - 7 - 81099 - 543 - 6

I . H… II . ①黄… ②郝… III . 计算机仿真 - 程序设计 IV . TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 108009 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:黄煌 责任校对:唐卫葳

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:10 字数:185 千

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1 - 1000 册

ISBN 978 - 7 - 81099 - 543 - 6

定价:19.80 元

前 言

HLA 是新一代分布仿真体系结构, 它的出现极大地促进了仿真间的互操作和可重用。

本书是仿真工程本科专业综合仿真设计课程的教材参考书。作者长期开展基于 HLA 的分布仿真系统建设, 作为技术骨干参与研制了 KD-HLA 仿真支撑平台, 因而可以比较系统地介绍了基于 HLA 开展仿真综合设计的过程。

全书共分 10 章。第一章介绍课程的基本情况及其预期目标; 第二章介绍 HLA 标准、KD-HLA 分布仿真支撑平台的基本组成和功能; 第三章介绍联邦开发与运行过程; 第四章以某军队研究所仿真系统建设任务为背景, 对联邦成员功能分配、成员设计过程进行说明; 第五章阐述 OMT 的作用与组成、FOM 和 SOM 的含义及其相互关系, 并简要介绍 KD-OMDT 开发工具的安装、使用; 第六章介绍运行支撑系统 RTI; 第七章介绍成员开发辅助工具 KD-Fedwizard 的使用; 第八章介绍联邦的集成测试和运行管理; 第九章介绍多联邦互联与桥接工具 KD-FBT; 第十章给出了四个 HLA 仿真联邦的实验题目供选择试验。其中, 第一、二、三、四、五章由黄健编写, 第六、七、八、九章由郝建国编写, 第十章实验题目由黄健和郝建国一起设计。

本书编写过程中参考了作者所在研究室的技术文档和硕士、博士论文, 邱晓刚教授作为仿真系列课程负责人对于本书的形成给予了许多指导。

由于作者水平所限, 书中难免存在不当之处, 敬请广大读者批评指正。作者的联系方式是 kdsimlab@nudt.edu.cn。

编 者
2008 年 9 月

目 录

第一章 概 述

- 1.1 课程设计目标 (1)
- 1.2 本课程设计要求 (2)

第二章 HLA 标准和 KD-HLA 分布仿真支撑平台

- 2.1 分布式仿真发展历程 (3)
 - 2.1.1 SIMNET 计划 (3)
 - 2.1.2 DIS (4)
 - 2.1.3 聚合级仿真协议 ALSP (5)
 - 2.1.4 HLA 的提出及其发展 (6)
- 2.2 HLA 标准的基本内容 (6)
 - 2.2.1 HLA 的基本概念 (6)
 - 2.2.2 HLA 标准的基本组成 (8)
- 2.3 KD-HLA 分布仿真支撑平台简介 (10)
 - 2.3.1 建模支撑平台 (10)
 - 2.3.2 运行/管理平台 (12)
 - 2.3.3 校验工具 (13)

第三章 HLA 联邦开发与运行过程

- 3.1 FEDEP 模型 (15)
- 3.2 步骤 1: 定义联邦目标 (16)
- 3.3 步骤 2: 开发联邦概念模型 (18)
- 3.4 步骤 3: 设计联邦 (19)
- 3.5 步骤 4: 开发联邦 (21)
- 3.6 步骤 5: 集成和测试联邦 (23)
- 3.7 步骤 6: 执行联邦和准备结果 (25)

第四章 联邦成员设计

4.1 设计背景	(27)
4.2 联邦设计与开发	(29)
4.3 联邦成员的设计开发过程	(30)
4.3.1 成员构成	(30)
4.3.2 类的设计	(31)
4.3.2 功能分配	(33)
4.3.3 确定公布定购关系	(33)
4.3.4 联邦成员开发	(34)

第五章 对象模型模板与开发工具 KD-OMDT

5.1 HLA 中对象模型的概念	(37)
5.2 OMT 的作用与组成	(38)
5.2.1 OMT 的目的和作用	(38)
5.2.2 IEEE P1516.2/D1 (DMSO HLA OMT V1.3) 的组成	(39)
5.3 OMT 的数据交换格式	(47)
5.4 对象模型开发工具 KD-OMDT	(54)
5.4.1 KD-OMDT 软件的安装与初始化	(55)
5.4.2 KD-OMDT 软件的功能	(55)
5.4.3 KD-OMDT 软件的操作简介	(55)

第六章 运行支撑框架 RTI

6.1 联邦管理	(68)
6.2 时间管理	(70)
6.2.1 时间管理基础知识	(70)
6.2.2 时间推进	(72)
6.2.3 “Receive-Ordered” v. “TSO” 事件	(75)
6.3 声明管理	(76)
6.3.1 回顾与对象相关的术语	(77)
6.3.2 对象层次	(77)
6.3.3 公布和定购对象与交互	(78)

目 录

6.3.4	控制信号	(81)
6.4	对象管理	(81)
6.4.1	注册,发现与删除对象实例	(81)
6.4.2	更新和反射对象的属性	(82)
6.4.3	交互类信息的交换	(84)
6.5	所有权管理	(84)
6.5.1	所有权“拉”模型	(85)
6.5.2	所有权“推”模型	(87)
6.6	数据分发管理	(89)
6.6.1	介 绍	(89)
6.6.2	路由空间例子	(89)
6.6.3	定义路由空间和区域	(91)
6.6.4	对象属性与区域的关联	(93)
6.6.5	交互与区域的绑定	(95)

第七章 成员开发辅助工具 FedWizard

7.1	软件安装	(98)
7.2	软件运行	(99)
7.2.1	FedWizard 软件的运行	(99)
7.2.2	成员程序的编译设置	(105)
7.3	用户操作举例	(106)
7.3.1	如何利用成员框架编程	(106)
7.3.2	编写 FOM/SOM 信息	(106)
7.3.3	联邦成员生成过程	(107)
7.3.4	框架程序的运行过程	(107)
7.3.5	框架的使用	(109)
7.4	小 结	(112)

第八章 联邦调试与运行

8.1	联邦的集成和测试	(114)
8.2	联邦的运行管理	(123)

第九章 多联邦互联与桥接工具 KD-FBT

- 9.1 KD-FBT 需求分析 (124)
- 9.2 KD-FBT 的理论依据 (125)
- 9.3 KD-FBT 的设计原则与实现结构 (126)
- 9.4 KD-FBT 使用指南 (130)
- 9.5 KD-FBT 应用实例 (134)

第十章 设计试验题

- 10.1 实验基本要求 (137)
- 10.2 高炮营对敌战斗机之防御作战仿真 (138)
- 10.3 典型成员框架分析 (142)
 - 10.3.1 划分成员并确定公布定购关系 (143)
 - 10.3.2 框架的运行过程 (144)
 - 10.3.3 框架的使用 (145)
- 10.4 其它的联邦实验题 (149)
 - 10.4.1 FoodFight 联邦 (149)
 - 10.4.2 HelloWorld 联邦 (149)
 - 10.4.3 联邦管理成员 (149)

第一章 概 述

本章简要介绍课程的基本情况及其预期目标。

1.1 课程设计目标

一般来讲,课程设计比教学实验复杂一些,涉及的深度广些并更加接近实用。课程设计的目的是通过课程设计的综合训练,培养学生实际分析问题、综合设计和动手实现的能力,最终目标是希望通过这种形式,帮助学生掌握该门课程或该专业系列课程的主要内容,更好地完成教学任务。

本课程属于课程设计类型课程,目的在于检验学生对仿真专业理论知识理解与掌握的程度,锻炼学生综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力。其宗旨如下:

(1)本课程主要面向仿真专业学生开设,应注重把培养人放在首位,认真加以正确引导,使学生具有良好的思想作风、顽强的学习毅力和实事求是的工作作风,为今后从事仿真专业工作打好基础;

(2)培养学生综合运用所学理论知识和技能,分析解决基于 HLA 的分布仿真系统的设计和实现问题;

(3)培养学生掌握设计仿真系统课题的思想和方法,树立严肃认真的工作作风;

(4)仿真系统综合设计课程应以培养学生独立分析设计和合作开展工作能力为主,使学生接触本学科专业前沿,开发学生的创造力,兼顾所学知识的巩固、应用和扩充;

(5)使学生树立正确的设计思想和严谨的工作作风,培养学生的团队精神,在软件编写和调试过程中,培养计算机仿真专业人员必不可少的、独立解决一般的计算机应用问题的能力和实际动手调试、测试能力;

(6)认真编写课程设计报告,使学生学会总结和编写技术资料的方法。

作为学生在校期间一次较为系统的专题工程训练,通过本课程的学习,使学生能进一步理解仿真系统的设计方法,掌握基于 HLA 的分布仿真成员开发和联邦集成调试、运行的基本技能,培养学生的实际设计和分析解决问题的能力。

1.2 本课程设计要求

本课程设计共选择 4 个设计题目,学生可任选一个题目分组开展设计和调试工作,根据提供的想定和模型书,协作完成一个联邦的设计与实现,并要求每个学生独立完成实验设计报告。学生通过参加一个联邦开发的整个过程,加深对 HLA 标准的理解,掌握 KD-OMDT 与 KD-RTI 软件的使用方法,达到能独立进行成员与联邦设计的水平。

第二章 HLA 标准和 KD-HLA 分布仿真支撑平台

HLA 是新一代分布仿真体系结构,它的出现极大地促进了仿真间的互操作和可重用。本章主要介绍 HLA 标准、KD-HLA 分布仿真支撑平台的基本组成和功能。

2.1 分布式仿真发展历程

随着军事需求与技术的发展,单项武器系统的仿真已不能满足武器装备发展的需要,多种武器系统、多种组织结构,甚至由多国部队参与下的大量人员的群体协同仿真是提高现代军事战斗力的重要手段,迫切需要将多武器平台联合起来进行仿真。同时,在国防领域,仿真技术已广泛应用于新武器系统研制的全生命周期,需要在真实的、对抗的环境下检验武器系统的作战效能和战术有效性,因此要求将各武器系统和威胁环境联接起来进行仿真。

分布交互仿真技术正是基于上述这些需求提出的。它的发展经历了 SIMNET(Simulator Networking)、DIS(Distributed Interactive Simulation)和 ALSP(Aggregate Level Simulation Protocol)三个时期,目前已进入高层体系结构 HLA(High Level Architecture)阶段,并且成为当前仿真技术发展的一个重点和热点。

2.1.1 SIMNET 计划

由于需求牵引和技术的发展,使得构造大规模仿真训练系统成为可能,于是,分布交互仿真技术就在联网仿真思想的基础上,由著名的 SIMNET 计划拉开了序幕。

SIMNET 是 1983 年由美国国防部高级研究计划局 DARPA 与美陆军共同制定的一项网络仿真器研究计划,它旨在将分散在各地的仿真平台联接起来,创建一个虚拟的战场,以供群体协同训练。

到 1990 年 SIMNET 计划结束时,它已包含约 250 个仿真器(包括地面装甲车辆仿真器、飞机飞行模拟器、通信网络和指挥所等),分布在 9 个训练场所(其中 4 个位于欧洲)和 2 个研究场所。在演练过程中,SIMNET 中实体数最多时可达约 850 个。

SIMNET 实现实体级的仿真互联,仿真节点自治,定义了标准的数据格式用于数据交换,按物理时钟推进仿真运行,通信方式采用广播式通信,同时它引进了 DR(Dead Reckoning)算法来减少仿真应用软件对它所控制的实体的更新频率,减少网上数据量。DIS 是在 SIMNET 成功的基础上发展起来的,它继承了这些特点,实现了分布的异构仿真应用的互联。

2.1.2 DIS

DIS 采用一致的结构、标准和算法,通过网络将分散在不同地理位置的不同类型的仿真和真实世界互联起来,建立一种人可以参与交互操作的时空一致的综合环境。

近年来,DIS 取得了瞩目的成就,各种技术已趋成熟,制定出了一整套相关标准,并且在国内外都开发出了许多成功的应用系统,充分体现了它在实时平台级进行分布交互仿真方面的优势。然而,随着应用的深入,尤其是当系统规模扩大、仿真节点类型增多时,它也表现出了不少局限性,并且有些缺点是在这种体系结构下固有的。

目前的 DIS 是以 IEEE1278 标准为基础,以广播通信方式来实现仿真实体之间的交互操作。这种体系结构的交互建立在数据交换标准的基础上,仿真应用软件之间通过协议数据单元 PDU(Protocol Data Unit)交换信息。每个仿真节点承担了完成自身仿真功能、信息发送、接收和理解、过滤等任务,接收节点在收到数据之后,需判断是否与自身需要相关,然后进行相应的处理。这种方式不仅增加了许多冗余的网络传输量,而且增加了仿真节点的负担。

在 IEEE1278 - 1995 标准中规定了 27 种不同类型的 PDU 格式,并规定了每个 PDU 中包含的实体类型和参数类型,进而对 PDU 中数据结构的位编码格式作了规定,以保证异构的仿真节点之间数据的交换和理解。这种固定的数据表示法,使 DIS 无法做到在仿真节点间只传递变化的信息。

此外,DIS 协议缺少对静态实体的有效处理,需要采用周期性的“心跳”(Heartbeat)方式发送静态实体的 PDU,以标示它的存在,但很难确定它的心跳周期,而且在大多数情况下,这些信息的传输浪费了带宽。

2.1.3 聚合级仿真协议 ALSP

ALSP 是在 20 世纪 90 年代初,由 ARPA 资助 MITRE 公司的仿真与开发中心研究设计的。它的目的是设计一种更高的、聚合级的通用仿真接口,将现有的不同的对抗仿真集成起来,以构成更加复杂的系统用于高层训练。

初始的 ALSP 实验集中于地面战斗仿真应用 GRWSIM (Ground War Simulation) 上,开发 GRWSIM 类应用之间的接口,以后成立了研究不同军兵种仿真应用接口设计的工作小组,来完成它们各自接口的设计和开发,以实现各军兵种军事仿真的无缝集成。因此,ALSP 的应用局限于军事领域部门。

ALSP 与 DIS 的区别,主要体现在仿真粒度上的不同(DIS 粒度相对细一些),通信机制仍然采用广播式通信方式,仿真按逻辑时钟推进,并且组件内的系统结构特点(如实现语言、时间推进机制、用户接口等)对别的组件透明,可以支持内部数据表示上有很大大不同的各种仿真系统集成到一个系统中来。基于 ALSP 的仿真系统(称为 Cofederation)的逻辑结构如图 2-1 所示。

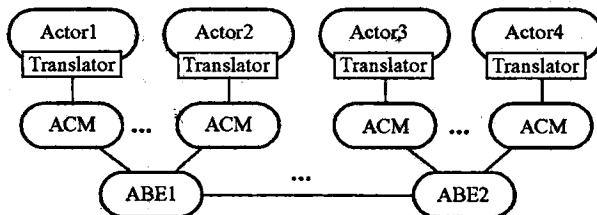


图 2-1 基于 ALSP 的仿真系统的逻辑结构

每个 Actor 对应一个作战仿真应用。通常 Actor 在进入 Cofederation 系统之前已经建立并且可以独立运行,需要作适当修改才能进入 Cofederation。

Translator 是完成 Actor 和 ABE 之间的数据交换的接口,并且协调它服务的 Actor 与 Cofederation 中其它成分的仿真时间推进。所有 Translator 与 ACM 通信方的接口是一致的,但每个 Translator 与它服务的 Actor 之间的接口通常是特定的,需要实现内部数据表示不同的 Actor 与 ALSP 定义的通用数据表示之间的转换,这是由各军兵种根据自身数据表示的特殊性进行接口设计的主要内容。

ACM (ALSP Common Module) 是实现 Cofederation 的纽带,提供的服务主要包括:(1) Actor 的加入或退出;(2)协调 Actor 之间的逻辑时间推进;(3)数据过滤和转发;(4)对象属性所有权在 Cofederation 内的迁移。

ABE (ALSP Broadcast Emulator) 完成 ALSP 的信息分发。

由此可知,虽然 ALSP 仍采用广播式通信方式,但 ACM 可以过滤部分信息内容,而且系统以逻辑方式推进时间,可以实现加入 Cofederation 的多个仿真组件之间的时间协同。但每个应用领域都需开发相应的 Translator,不能形成标准的转换方式,制约了 ALSP 的进一步推广。

2.1.4 HLA 的提出及其发展

1995 年 10 月,美国国防部的国防建模与仿真办公室 DMSO(Defense Modeling and Simulation Office)公布了建模与仿真主计划 MSMP(Modeling and Simulation Master Plan),即 DoD 5000.59-P 文件。MSMP 的首要目标是为国防领域的建模与仿真制定一个通用的技术框架,以促进 M&S 的互操作和重用。该技术框架由三部分组成:高层体系结构 HLA(High Level of Architecture)、任务空间概念模型 CMMS(Conceptual Model of the Mission Space)和数据标准 DS(Data Standard),其中 HLA 是该技术框架的核心。

在 HLA 标准的制定过程中,为验证其可行性、合理性,先后经过一系列 HLA 原型系统(分别用于分析、训练、测试与评估等目的)的开发、运行及测试,从而使 DMSO HLA 定义的各部分不断修改完善。1996 年 9 月 10 日,USD(A&T)(Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology)批准了 HLA 的基本定义;1997 年 12 月,HLA 被仿真互操作标准组织(SISO)执行委员会接受,并被 IEEE 批准作为一个 IEEE 标准进行开发;1998 年 11 月,对象管理组织 OMG(Object Management Group)采纳 HLA 作为其分布仿真标准;2000 年 9 月 21 日,经 IEEE 标准协会(SA)投票批准,HLA 正式成为 IEEE1516 标准。

2.2 HLA 标准的基本内容

2.2.1 HLA 的基本概念

基于 HLA 的仿真系统逻辑结构如图 2-2 所示。

在 HLA 中,将用于达到某一特定仿真目的的分布仿真系统称为联邦(Federation),它由若干个相互作用的联邦成员(Federate,或简称成员)构成。最主要的一种联邦成员是仿真应用(Simulation),仿真应用使用实体的模型来产生联邦中某一实体的动态行为。其它类型的联邦成员有联邦管理器、数据收集器、隐形观察器等。由联邦成员构建联邦的关键是要求各联邦成员之间可以互操作。在 HLA 中,互操作定义为:一个联邦成员能向其它成员提供服务和接受其它成员

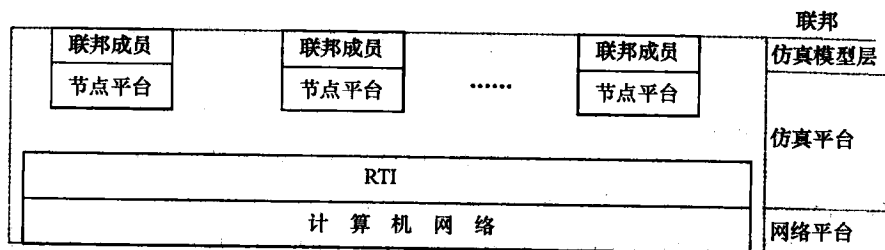


图 2-2 HLA 中分布仿真系统结构示意图

的服务。

成员由若干互相作用的对象构成,对象是成员的基本元素。这组对象被选择用来构成成员是为了完成联邦运行的某一功能,如记录数据,仿真某个实体(飞机、坦克)的动态行为等。实际上,成员是一类粒度比对象更大的可重用单元。但在 HLA 的规范中,不考虑如何由对象构建成员,而是在假设已有成员的情况下,考虑如何构建联邦。联邦也可以作为一个成员加入到更大的联邦中。

HLA 中几个最基本的概念定义如下:

- 联邦(Federation):由若干互相作用的联邦成员按照一个共同的 FOM 通过 RTI 交换数据,用于达到某一特定仿真目的分布仿真系统。

- 联邦成员(Federate):参与联邦的所有应用都称为联邦成员,简称成员。它可以包括联邦管理成员,数据搜集成员,真实世界系统(例如 C²I 系统,装备仪器的靶场,传感器),仿真系统,被动观察者和其它公用设备。其中最主要的一种联邦成员是仿真应用(Simulation),仿真应用使用实体的模型来产生联邦中某一实体的动态行为。

- 运行支撑系统 RTI(Runtime Infrastructure):按 HLA 接口规范标准实现的通用分布操作系统软件,用于集成各种分布的联邦成员,在联邦运行时提供具有标准接口的服务。在一个高层体系结构 HLA 联邦运行期间,提供公共接口服务的通用分布式操作系统软件。

- 对象类(Object Class):一组具有同样属性、行为、公共关系和语义的对象的集合。

- 对象(Object):又称对象实例(Object Instance),是构成成员的基本元素,用于描述真实世界的实体,其粒度和抽象程度适合于描述成员间的互操作。在任一给定时间,对象的状态定义为其所有属性值的集合。

- 属性(Attribute):一个有关对象类或对象实例的指定特征,亦称为类属性

或实例属性。

- 交互类(Interaction Class):一组具有同样参数、行为、公共关系和语义的交互的集合。

- 交互(Interaction):在一个联邦执行内,由一个对象所采取的、可以有选择地在联邦对象模型范围内指向其它对象,包括地理区域等的明确行动。调用由运行支撑软件 RTI 提供的相应服务,通知一个成员某一事件的发生。

- 参数(Parameter):指交互参数(Interactive Parameters),是与一交互过程相关的信息,凡有可能受该交互作用影响的对象必须接收这些信息,才可计算交互对该对象当前状态的影响。

- 对象模型(Object Model):对一给定系统固有对象的规格描述,包括对象特征(属性)的描述和对象之间存在的静态与动态关系的描述。在 HLA 中,主要包含 FOM 和 SOM 两类对象模型。

- 联邦对象模型 FOM(Federation Object Model):按 HLA 的对象模型模板 OMT 格式标识联邦所支持的主要对象类、对象属性和对象交互作用,此外也可指定任选的附加信息类,以便对联邦结构和/或行为进行更为完整的描述。

- 仿真对象模型 SOM(Simulation Object Model):按 HLA 的对象模型模板 OMT 格式,单个仿真提供给联邦的内在能力的规范说明。描述 SOM 的标准格式给仿真联邦开发者提供了一种方法,使他能快速决定已有仿真系统能否在新建联邦中进行重用。

2.2.2 HLA 标准的基本组成

HLA 主要由四部分组成:

1. 规则

HLA 共定义了 10 条规则(如表 2-1 所示),其中前 5 条规定一个联邦必须满足的要求,后 5 条则是一个联邦成员必须满足的条件。

2. 对象模型模板 OMT

OMT 用来描述对象模型。HLA 的对象模型由一组描述对象的类、属性和它们之间交互关系的信息组成。它对应两个部分:FOM 和 SOM,分别描述在联邦执行过程中成员可以共享的信息和仿真成员在参与联邦运行时所能提供的能力。

表 2-1 HLA 的 10 条规则

联邦规则	1	联邦应该具有一个用 OMT 描述的联邦对象模型 FOM(Federation Object Model)。
	2	在一个联邦中,FOM 中的所有对象应属于各个成员而不应在 RTI 中。
	3	在联邦执行时,各成员间所有由 FOM 规定的交换数据必须通过 RTI 进行。
	4	在联邦执行中,成员应按 HLA 接口规范与 RTI 交换数据。
	5	在联邦执行中,在任一给定时间,一个对象属性只能为一个成员所拥有。
成员规则	6	成员应该具有一个用 OMT 描述的仿真对象模型 SOM(Simulation Object Model)。
	7	成员应能对其 SOM 中的对象属性进行更新/反射,也能对 SOM 中的交互进行发送/接收。
	8	成员应能够按照 SOM 中的规定,在联邦执行过程中动态转移属性的所有权。
	9	成员应能改变它更新对象属性的条件。
	10	成员应能管理局部时间,从而保证它能协调地与联邦中的其它成员交换数据。

3. 接口规范说明 IFSpec(Interface Specification)

IFSpec 是对 HLA 的运行时间支撑系统 RTI 的接口规范描述。RTI 提供了一系列服务来处理联邦运行时成员间的互操作和管理联邦的运行,共规定了六大类服务。RTI 是实现 HLA 仿真系统的核心。

4. 联邦开发和运行过程 FEDEP(Federation Development and Execute Process Model)模型

FEDEP 模型是一个适合于联邦开发的模型,是一种通用的、基于重用的联邦开发方法,它将联邦开发与运行过程分为六个步骤,每个步骤又包含一些更详细的活动,如表 2-2 所示。

表 2-2 FEDEP 模型“六步骤”过程

定义联邦目标 (1)	开发联邦概念模型 (2)	设计联邦 (3)	开发联邦 (4)	集成并测试联邦 (5)	运行联邦并分析结果 (6)
1.1 鉴别联邦发起人需求 1.2 开发联邦目标	2.1 开发剧情 2.2 进行概念性分析 2.3 开发联邦需求	3.1 选择联邦成员 3.2 分配功能 3.3 制定计划	4.1 开发 FOM 4.2 建立联邦协定 4.3 实现对联邦成员的修改	5.1 制定运行计划 5.2 集成联邦 5.3 测试联邦	6.1 运行联邦 6.2 处理结果 6.3 输出结果