

文章编号:1001-2486(2001)05-0103-05

Rational Rose 在 HLA 联邦开发中的应用*

冯润明,邱晓刚,黄柯棣

(国防科技大学机电工程与自动化学院,湖南长沙 410073)

摘要 作为“建模与仿真(M&S)的高层体系结构,HLA能带给用户的好处将是巨大的。HLA联邦开发与运行过程(FEDEP)的自动化是促进HLA应用的关键。文中研究了将功能强大的CASE工具Rational Rose用于支持FEDEP自动化的可行性,指出了应用中应特别注意的问题,重点说明了应用中的关键技术,并给出一应用实例。

关键词 面向对象的分析与设计,高层体系结构,联邦开发与运行过程,统一建模语言;Rational rose
中图分类号 TP391.9 **文献标识码** B

The Application of Rational Rose in the HLA Federation Development

FENG Run-ming, QIU Xiao-gang, HUANG Ke-di

(College of Mechatronics Engineering and Automation, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract As the High level architecture of modeling and simulation(M&S)HLA will provide the user great benefits. The key of promoting the application of HLA is the automation of federation development and execution process(FEDEP). This paper studies the feasibility, points out the issues to which special attention should be paid, focuses on the key techniques of applying the rational rose which is a powerful computer aided software engineering(CASE)tool to support the automation of FEDEP, and provides an example of application.

Key words OOA&D, HLA, FEDEP; UML; Rational rose

作为“建模与仿真(M&S)的高层体系结构,HLA的主要用途在于促进仿真系统之间及其与C4ISR系统之间的互操作,促进仿真系统及其构件的重用,它能带给用户的好处将是巨大的。HLA联邦开发与运行过程(FEDEP)既符合一般的M&S软件开发的基本规律,又具有自身的鲜明特点,HLA联邦开发与运行过程(FEDEP)的自动化是促进HLA应用的关键。HLA采用了许多面向对象的思想,但与传统的面向对象分析与设计(OOA&D)技术又有所不同。Rational Rose全面支持UML(统一建模语言:一种标准的OOA&D语言),是一种功能强大、广泛使用的商业化CASE软件,能够将用UML可视化建模的结果自动转化成多种常用的计算机语言的代码实现或进行逆过程,能够为参与系统开发的各类人员提供有关系统的有用信息、提供沟通的便利手段,同时为系统的VV&A提供有力的支持。将Rational Rose应用于HLA联邦开发以支持HLA FEDEP的自动化虽然可行,但存在一些必需注意的问题,同时必须解决一些关键问题。

1 Rational Rose 对 HLA 联邦开发与运行过程的支持

1.1 HLA 联邦开发与运行过程^[1]

HLA是一个创新性的M&S高层体系结构,HLA中的“联邦”是一个分布式的仿真系统,是基于“用户需要”和一系列的“联邦目标”开发的。这些“需要”和“目标”驱动对“联邦需求”的描述,并根据所描述的“需求”对系统进行概念性的分析,建立被仿真系统的“概念模型”。完成概念性分析后,就可以根据概念模型和剧情数据对联邦进行设计,完成联邦设计后,就可以对联邦进行开发、集成、测试、运行。这个过程即为HLA联邦开发运行过程(FEDEP)。HLA FEDEP包括六个步骤,每个步骤又由一些具体的活动组成(如表1)。

* 收稿日期 2001-05-18
作者简介 冯润明(1970-)男,博士生。

表1 联邦开发与运行过程(FEDEP)

Tab.1 Federation Development and Execution Process(FEDEP)

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)
<ul style="list-style-type: none"> ◇鉴别需要 ◇开发联邦目标 	<ul style="list-style-type: none"> ◇开发剧情 ◇进行概念性的分析 ◇开发联邦需求 	<ul style="list-style-type: none"> ◇选择联邦成员 ◇分配功能 ◇制定计划 	<ul style="list-style-type: none"> ◇开发 FOM ◇建立联邦协定 ◇实现对联邦成员代码的修改 	<ul style="list-style-type: none"> ◇制定运行计划 ◇集成联邦 ◇测试联邦 	<ul style="list-style-type: none"> ◇运行联邦 ◇处理结果 ◇输出结果

1.2 Rational Rose 所支持的软件工程开发过程^{[2][3]}

目前比较流行的几种用于指导软件开发工程过程的重要过程包括 Rational 的统一过程、OPEN 过程和面向对象软件过程(OOSP)等,其中 Rational 统一过程是由 UML 的三位主要作者 Booch、Rumbaugh、Jacobson 以 Rational 的 Objectory 为核心提出的,因此与 UML 结合使用是最自然不过的。Rational 统一过程从二维空间上描述软件开发过程:从时间维上,将一个软件开发周期划分为四个连续的阶段:开始阶段、细节阶段、构造阶段和过渡阶段,每个阶段都可细分为一些迭代过程;从工作过程程序维上,将软件开发流程分为六个核心过程:业务建模(可选)、需求开发、分析和设计、实现、测试、展开等,还包括其它三个支持性的工作过程。

显然,从高层来看,Rational 统一过程完全支持 HLA FEDEP。UML 语言可以与 Rational 过程紧密结合使用,为进行 Rational 过程中各阶段的活动提供有力的支持工具。因此,将 Rational Rose 用于支持 HLA FEDEP 的自动化是完全可行的。

2 Rational Rose 应用于 HLA 联邦开发中应注意的问题

HLA FEDEP 既具有一般 M&S 软件开发的规律,又具有自身鲜明的特点,这种 HLA 自身具有的鲜明特点正是将 Rational Rose 应用于 HLA 联邦开发过程中必须注意的问题。总的看来,这主要体现在“设计联邦”和“开发联邦”两个阶段。如果从 OOA&D 的角度来看,则主要体现在 OOD 阶段;如果从对象模型的角度来看,则主要体现在 HLA 对象模型和 OOA&D 对象模型之间的区别和联系上。

2.1 HLA 联邦设计与开发的特殊性

分析表 1 不难看出,HLA FEDEP 整个过程中需开发多种对象模型,包括“开发联邦概念模型”阶段所开发的联邦概念模型(FCM);“设计联邦”阶段所确定的各个联邦成员的 OOA 模型及其仿真对象模型(SOMs);“开发联邦”阶段所开发的联邦对象模型(FOM)及各个联邦成员的 OOD 模型。对于 HLA 联邦而言,从剧情描述和概念分析的角度来看,整个联邦是作为一个逻辑统一的整体而存在的,FCM 是对整个联邦进行面向对象分析(OOA)的结果,但从联邦实现的角度来看,整个联邦是由各个联邦成员组成并分别加以实现的(有的可能是对现有的仿真系统进行改造),它们可能分布在不同的节点通过网络互连起来,且各自承担不同的仿真功能,但在联邦运行期间相互合作、互换数据,共同实现联邦目标。

对于 HLA 联邦设计和开发而言,在设计联邦的过程中,通常希望通过重用现有的各仿真系统并对它们采用 OO 技术进行必要的修改来实现。即使对于必须从头开发的各联邦成员,HLA 的 OOD 也不是针对 FCM,而是针对各个联邦成员的,即各个联邦成员都应存在自己的 OOD 模型。一旦完成了联邦设计、FOM 开发和“联邦协定”的开发后,联邦的开发实质上已转化成对各个联邦成员的开发。因此,从 OOD 的角度来看 HLA 联邦实现的话,HLA 不同于传统的 OOD 阶段:HLA 联邦的具体实现对应于各联邦成员的 OOD,它们通常需实现三种接口^[4]:SOM、FOM 及其内部对象接口,如图 1 所示。其中,SOM 接口的实现体现了该成员能提供给各联邦信息交换的本质能力,是为了该成员的今后重用(今后只需根据具体联邦的 FOM 需求对该接口进行裁剪、修改即可);FOM 接口的实现是具体联邦信息交换的需求,而内部对象接口通常应实现“联邦协定”。

2.2 HLA 对象模型和 OOA&D 对象模型的区别^[5]

如上所述,整个 FEDEP 过程中存在多种对象模型,包括 HLA 对象模型(SOMs、FOM)和各种

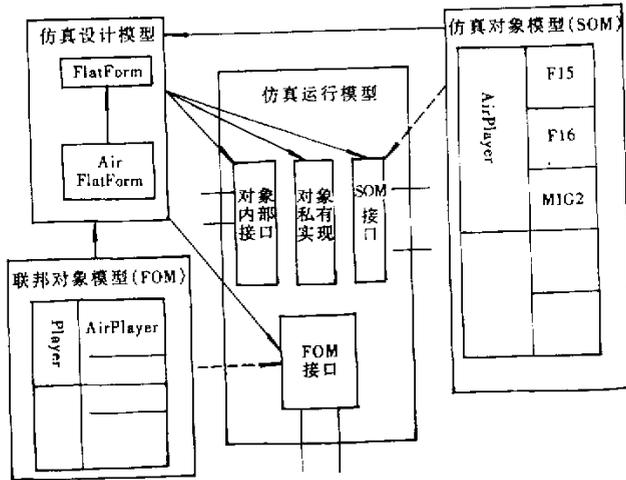


图 1 HLA 联邦成员 OOD 中的对象接口规范

Fig.1 HLA federate's OOD object interface specification

OOA&D 对象模型(FCM 及各个联邦成员的 OOA、OOD 模型)。它们之间具有本质的联系,但也存在显著差异。

HLA 中的“对象”通常表达感兴趣的实体,HLA 联邦成员之间大多数的信息交换是通过交换对象的“属性”数据或对象所发出“交互”的“参数”进行的。HLA 对象模型将具体的“对象”和“交互”分别抽象成“对象类”和“交互类”,但对象类的定义只包括描述对象状态的属性数据,不包括操作(方法),交互类的定义也只包含描述交互的参数。“交互”表示某个联邦成员中的 HLA 对象所发出的会对另一个成员中某个 HLA 对象的状态产生影响的动作(这种影响是通过交换该“交互”所定义的“参数”并利用它进行计算而确定的),它没有状态,只用于信息的短暂交换,类似于 OOA&D 中“事件”的概念。对象类和交互类之间的静态关系只定义继承关系,且只支持单一继承关系,也没有“操作(方法)”的继承。对继承的层次关系及对象类的属性和交互类的参数的设置完全由联邦成员之间数据交换的需要而定,因此与联邦设计的结果相关。其它的静态关系通常在 FCM 中而不在 HLA 对象模型中定义(除非运行期间确定需要交换此类信息),由联邦成员内部实现,对象的行为特性也在联邦成员内部建模。本质上,大多数的 HLA 对象是其具体实现的逻辑表示,是为了达到各联邦成员互操作的目的,而将联邦成员的内部功能映射成联邦成员之间如何“产生”或“消费”数据的外部公有视图,其主要目的在于建立联邦成员之间信息交换的标准,它只描述软件系统的对外接口规范,而不限定系统内部的具体实现,使得 HLA 可以适应各种类型仿真系统的集成。其中, FOM 提供一个 HLA 联邦中所有成员之间公共的数据交换规范,而 SOM 则描述仿真成员能提供给联邦的数据交换的能力。

3 Rational Rose 在 HLA 联邦开发中应用的关键技术

HLA FEDEP 过程中所开发的多种对象模型既相互区别,又相互联系,其应用的目的也各不相同。解决多种对象模型的共存及其映射关系问题,并可根据需要对不同的对象模型利用 Rational Rose 的自动代码生成能力为各联邦成员的计算机实现提供基础,同时支持各种对象模型的重用,是将 Rational Rose 应用于 HLA 联邦开发中以支持 HLA FEDEP 的自动化的关键。

3.1 支持对象模型的重用^[6]

为支持对象模型的重用, Rational Rose 不仅要能记录 FCM、FOM/SOMs,同时还要记录对应于 SOMs 的各成员的 OOA&D 对象模型。对 FOM/SOMs 还应提供能生成对应于 HLA OMT 规范的能力。

UML 提供的包图可以将多种视图的内容进行分类包装,因此将不同的对象模型分别用不同类别的包图进行封装,同时指定各包图中的对象模型的原型以区分对象模型的类型,就可将多种对象模型保存在同一个 Rational Rose 模型中,并建立同一种对象模型的不同视图内容之间的对应关系,从而可以解决多种对象模型的共存及其映射关系问题。

OO 技术中用来捕捉“需求”的一个通用的技术是定义模型的“用例”。UML 提供了“用例视图”,它通过一系列的“用例图”及相关描述来说明所建立的模型所能够提供的系统功能。“用例视图”是其它“视图”的核心和基础,通过它可以检查系统是否满足用户的“需求”并验证系统的有效性。因此,采用 UML 提供的“用例视图”详细描述各仿真系统的 OOA&D 对象模型的“用例”,不仅可用于 HLA FEDEP 中捕捉联邦用户的“需求”,还可用于决定该模型是否适合于在新的联邦中重用。美国 Synetics 公司在其陆军仿真训练仪器司令部(STRICOM)的支持下依据 HLA FEDEP 所开发的“计算机辅助联邦开发环境(CAFED)”体系结构中也提出了“基本对象模型(BOMs)”及其“用例”的概念。通过对 BOMs“用例”的详细描述,在整个 HLA FEDEP 中很容易决定对 BOMs 的重用(图 2 所示)。BOMs 作为联邦成员对象模型的基本组成单元,重用起来更灵活。

3.2 联邦成员源代码的实现

Rational Rose 工具的最大优点或许在于它不仅支持 UML 对系统进行可视化建模,还能够根据所建立的模型规范自动生成各种常用的编程语言(如 VC++、JAVA、VB、PowerBuilder、CORBA/IDL 及 Oracle8 等)的源代码实现,从而与各种常用的软件开发工具紧密联系起来。对于 VC++ 而言,所生成的代码则自动添加到由 VC++ 所生成的工程项目中。这样,所生成的源代码就可以直接在编程实现中使用,与 VC++ 所提供的综合开发环境(IDE)实现无缝衔接。VC++ IDE 还提供了定制 AppWizard 的能力,用户可以按自己的意愿设定生成项目工程文件中所需完成的功能。此外,还可以通过使用 Rational Rose 提供的脚本语言编写相应的脚本,控制对相应的对象模型进行相应的操作,以满足 HLA 联邦开发的需要。

对于实现 HLA 联邦成员源代码而言,通过定制 AppWizard,添加一些封装了联邦成员与 RTI 接口的常用的功能函数(如声明公布/订购、更新/反射属性、发送/接受交互、时间推进等等)的类,或者不定制 AppWizard,而直接将这些类作为可重用的类事先定义好,直接添加到各成员的 OOD 模型中,由 Rational Rose 自动生成对应于联邦成员 OOD 模型的源代码,即可为联邦成员的计算机实现提供框架代码。这实际上是为联邦成员的源代码实现提供了一个通用、方便的开发环境,解决了 HLA FEDEP 自动化中最重要的环节。基于 Rational Rose 的 HLA 联邦成员软件开发环境的开发是本文正在深入、重点研究的工作,在此不再详述。

4 Rational Rose 在 HLA 联邦开发中的应用示例

在 HLA 联邦开发过程中,重要的一步是开发 FOM。它作为联邦成员之间的“信息交换合同”,各联邦成员在其实现中必须严格遵照 FOM 中对象类和交互类的定义。采用 Rational Rose 基于 UML 建立 FOM,并利用其自动生成相应的源代码的能力,可以有效保证这种“定义”与“实现”的一致性;同时,利用 Rational Rose 提供的脚本语言(Rose Script 或称 Basic Script),可以实现依据 UML 所定义的 FOM 模型自动生成对应于 HLA OMT 定义的数据交换格式(DIF)文件。这可以通过先编写相应的“脚本”,再编辑位于 Rational Rose 安装目录下的 rose.mnu 文件,在 tool 菜单下添加“输出 HLA OMT DIF 文件”项,然后将所定义的脚本与之关联来实现。

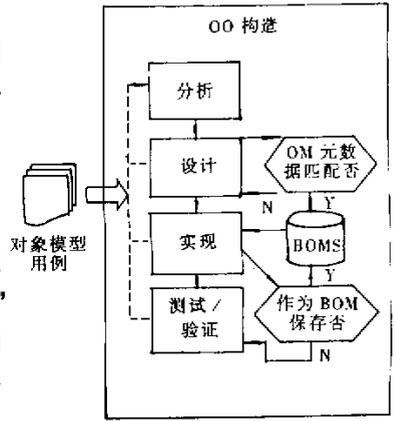


图 2 基于 BOMs 的联邦设计与开发

Fig.2 Federation design and development based on BOMs

本文以标准参考模型 C4I FOM 的原型为例^[7],采用 Rational Rose 2001,建立其 FOM 模型(对象类组成对象类包,交互类组成交互类包),生成相应的源代码,在此基础上可开发各联邦成员的源代码,利用自主编写的脚本生成相应的 OMT DIF 文件,然后用自主开发的对象模型开发工具(KD.OMDT)打开该文件。仔细比较用 Rational Rose/UML 所建立的 C4I FOM 模型和所生成的源代码及其相应的 OMT DIF 文件,可确认它们是完全一致的(结果略)。

5 总结

HLA 作为 M&S 的高层体系结构,其联邦开发既符合一般仿真系统软件开发的规律,又具有自身的特点。本文在仔细比较了 HLA 联邦开发、运行过程与 Rational Rose 工具所能提供的支持能力的基础上,通过实例具体说明了 Rational Rose 商业化软件开发工具用于 HLA 联邦成员软件开发的可行性。Rational Rose 带给用户的好处是不言而喻的,充分利用 Rational Rose 的能力,使其为 HLA 联邦开发提供最大限度的支持,是本文目前正在深入研究的课题。

参考文献:

- [1] HLA FEDEP MODEL[S], <http://www.dms0.mil>.
- [2] 蒋慧等. UML 设计核心技术[M]. 北京: 希望电子出版社.
- [3] Wendy Boggs 等. UML with Rational Rose 从入门到精通[M]. 邱仲潘等译. 北京: 电子工业出版社.
- [4] Ken Hunt. Exploiting the Relationships between CMMS Object Models and HLA Object Models to Facilitate Federation Design[J]. Spring Simulation Interoperability Workshop, 1998.
- [5] Lutz R. The Comparison of HLA Object Modeling Principles with Traditional Object Oriented Modeling Concepts[J]. Fall Simulation Interoperability Workshop, 1997.
- [6] Paul L. Gustavson. Object Model Use Case: A Mechanism for Capturing Requirements and Supporting BOM Reuse[J]. Spring Simulation Interoperability Workshop, 1997.
- [7] Verlynda S Dobbs. Managing a Federation Object Model With Rational Rose: Bridging the Gap Between Specification and Implication[J]. Fall Simulation Interoperability Workshop, 2000.

