

模型驱动架构与 HLA 系统接合方法^①

李 强 周庆忠 张仁平 王红旗 刘奇韬

(后勤工程学院 军事油料应用与管理工程系 重庆 401311)

摘 要: MDA 是软件开发的一大趋势, 将其与 HLA 结合应用对于克服 HLA 的一些固有缺陷, 对于延长 HLA、仿真系统的生命周期, 使其能更容易的适应新的仿真需求都有很大帮助。着重研究了在对已有 HLA 仿真系统不进行更改或重建的情况下, 将其与 MDA 进行有效接合的方法。笔者在尝试通过对传统 MDA 建模过程进行合理改进的基础上, 提出了一种可将 MDA 运用到已有 HLA 仿真系统上的建模方法, 并运用 XSLT 技术实现了建模过程中的从 PIM 到 PSM 再到 HLA 模型的转换流程。

关键词: 模型驱动架构; 高层体系结构; 建模过程; 模型转换; XSLT

Integration Methodology of MDA and HLA System

LI Qiang, ZHOU Qing-Zhong, ZHANG Ren-Ping, WANG Hong-Qi, LIU Qi-Tao

(Department of POL Application and Management Engineering, Logistical Engineering University of PLA,
Chongqing 401311, China)

Abstract: MDA is one of the major trends in software development. The intergration of MDA and HLA is helpful to overcome the inherent shortcomings of HLA, prolong the HLA system life and make the HLA system easier to adapt to new simulation demands. This paper researches on the integration methodology of MDA and HLA system without modifying or rebuilding the old HLA system. It tries to rationalize traditional MDA modeling process and proposes a methodology with which MDA can be applied to the old HLA system. At last, it successfully transformed MDA model to HLA model with XSLT.

Keywords: MDA; HLA; modeling process; model transformation; XSLT

1 概述

HLA(High Level Architecture 高层体系结构)的提出增强了仿真系统中各仿真组件的可重用性和互操作性, 降低了仿真系统开发成本, 缩短了开发周期, 目前已在多个领域成功应用, 并已成为仿真领域的 IEEE 标准。

MDA(Model Driven Architecture 模型驱动架构)是对象管理组织于 2001 年提出的一种先进的软件开发方法学, 它通过提供一组规范, 来解决软件系统全生命周期中与集成相关的互操作性和可重用性问题。在 MDA 中, 模型不仅用来描述系统, 更是系统

尽管 HLA 优点很多, 但也存在建模标准化和自动化程度不高、模型转换困难、系统开发效率不高等问题。而且目前众多 HLA 系统的仿真组件的可重用性也只限于其自身体系内部。虽然, 一般情况下仿真系统的仿真对象及仿真行为不会随着时间推移而发生太大变化, 但是如果因为技术进步需要在更先进的 RTI 上运行仿真系统时, 则必须需要对原有系统进行重建或大规模改造, 这将消耗大量的时间和人物财。而 MDA 由于将业务逻辑与软件支撑环境分离, 建立平台无关模型, 该模型一经验证是可信的, 便可以通过标准化的工具将其转化为适用于不同软件支撑平台的程序

^① 收稿时间:2009-11-28;收到修改稿时间:2009-12-30

代码。因此对于仿真系统而言，MDA 不仅可以保证系统的互操作性和可重用性，也可以降低仿真系统开发的难度和复杂度，提高开发效率，延长仿真系统生命周期，降低系统的维护改造成本。

多年来随着 HLA 的普及，许多行业通过投入大量的人财物逐步建立起了所属领域的 HLA 仿真系统，这些系统都是严格遵循 HLA 的相关规范进行建设的，也由于 MDA 提出时间相对较晚，因此，在这些系统的建设过程中没有考虑如何与 MDA 相结合的问题。但由于对 MDA 优势的逐步认同，人们对 MDA 与 HLA 的结合进行了研究^[1]，并研制了基于 MDA 的全新的仿真系统，这使得已有的仿真系统无法在新的体系架构下继续使用，从而造成资源浪费。

本文研究的重点是如何在对已有的 HLA 仿真系统不进行更改或重建的情况下，将其与 MDA 进行有效接合，从而延长其生命周期，使其能更容易的适应新的仿真需求，保护对已有系统的投入。

2 基于MDA的HLA系统开发方法简介

基于 MDA 的 HLA 系统开发方法已较为成熟，其开发过程通常分为以下几步^[2,3]，如图 1 所示。

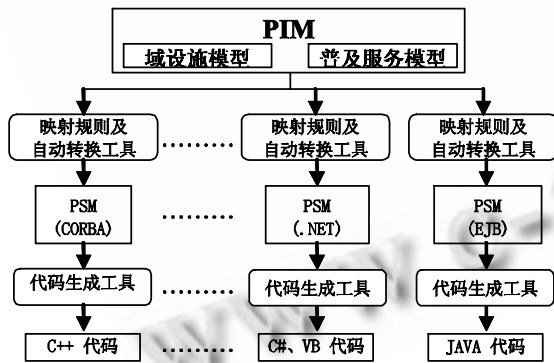


图 1 基于 MDA 的 HLA 系统开发流程

第一步，建立仿真系统的与 RTI 无关的和与具体实现技术无关的，完整描述业务功能的平台无关模型 (Platform-Independent Model, PIM)。PIM 是对系统功能、结构和行为的部分表示，PIM 分为域设施模型和普及服务模型。域设施模型用于描述业务领域的标准功能，普及服务模型描述了各类平台共有的服务功

能，如对象安全、事务、命名等所有目标平台都支持的服务以及硬软件的属性如可伸缩性、实时性等。域设施模型是指对应用事件声明、对象安全、对象交互以及软硬件的可扩展性等。

第二步，针对不同的 RTI 和实现技术，定制相应的映射规则，并通过这些映射规则将 PIM 转换为与 RTI 及实现技术对应的平台相关模型 (Platform-Specific Model, PSM)。PSM 一般运用 UML Profile 进行描述，UML Profile 提供了对 UML 中的元素、属性、方法、链接以及其它符号的扩展的构造型和标注值的集合，通过 UML Profile 使得创建相关领域的精确完整模型成为可能。

第三步，利用已生成的 PSM 模型自动生成仿真程序代码。

从 PIM 到 PSM 再到程序代码的转换过程，这些工作全是在自动工具的支持下完成的，因此，MDA 的核心是建模，而关键是映射规则的建立和自动转换工具的运用。

3 MDA与已有HLA系统的结合方法

基于 MDA 的 HLA 系统开发方法对于研究 MDA 与已有 HLA 系统的结合方法是有借鉴作用的。基于 MDA 的 HLA 系统开发方法需要对系统进行全新的开发，其目的是为了使 HLA 仿真模型从建立到执行的整个过程都符合 MDA 的规范，这需要对 HLA 系统进行大量改造，尤其要对最核心的联邦运行支撑环境 (RTI) 进行改造或重建。而对于已有系统来说，重建 RTI 的后果将是灾难性的，因此 MDA 与已有系统进行结合必须考虑另外的方法。

3.1 相似的建模过程

由于 MDA 和 HLA 进行系统开发的第一步都是建模，因此可考虑将建模过程作为解决 MDA 与 HLA 结合问题的着手点。

HLA 建模过程分 3 步^[4]：首先，建立对象结构模型：识别系统对象，确定仿真对象模型 (Simulation Object Model, SOM) / 联邦对象模型 (Federate Object Model, FOM) 范围，确定对象属性及值域，明确对象间的关系和交互，确定系统的发布订购能力，利用对象模型开发工具 (OMDT) 生成 SOM/FOM；第二步，建立对象动态模型：根据对象工作流程，确定对

象状态、触发事件和相关行为,完成对象属性和关系的动态描述,通过应用模型开发工具(AMDT)建立动态模型;最后,建立对象功能模型:完成动态模型中行为细节的描述,提供接口和基本框架,利用代码生成工具根据对象结构模型和动态模型生成代码。

由第二节内容可知,MDA也有类似于HLA的建模过程。PIM模型中的域设施模型和普及服务模型的建立类似于HLA中的对象结构建模和动态建模,PSM模型的建立类似于HLA中的对象功能模型的建立。

3.2 建模过程的接合

MDA与HLA相似的建模过程是两者接合的基础,对于已有HLA系统来说,建模过程也是MDA与HLA结合的最直接和最容易的方式。由于已有HLA系统的建模方式不能改变,因此必须将MDA模型向HLA模型进行转换。在此,笔者提出可以对MDA的建模过程进行适当修改,使MDA建模不再是生成针对不同运行支撑平台的程序代码,而是将HLA模型作为MDA建模过程的最终结果,以达到MDA模型向HLA模型的转换的目的,从而实现MDA与HLA建模过程的结合,过程如图2所示。

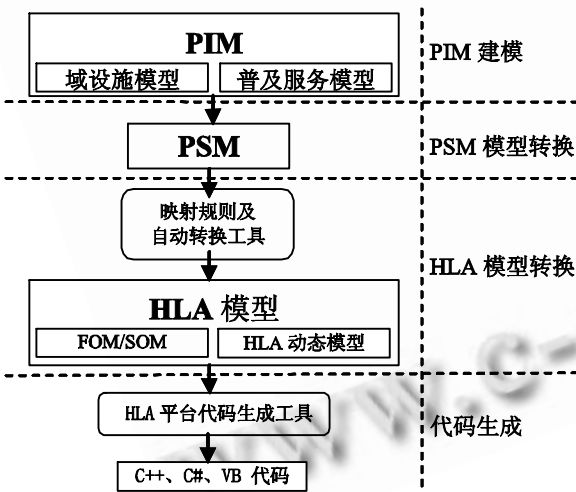


图2 MDA与HLA建模过程的结合

新的建模过程分4个步骤:首先是PIM建模阶段,PIM模型需要完整地表达了HLA联邦的组成和功能,其包括静态建模和动态建模两方面,静态结构建模主要描述联邦成员的类型、属性、方法、结构等信息,动态行为建模主要对整个联邦的功能、动作、任务和交互进行形式化描述;第二步,根据已有系统的运行支撑环境的服务体系,定制PIM到PSM的映射规则并

编制相应的自动转换工具,实现PIM到PSM的转换;第三步,根据已有系统的HLA模型存储格式要求,制定转换规则并编制自动转换工具,将PSM转换为已有系统适用的HLA模型;最后,在已有系统中通过平台具备的代码生成工具将模型转换为程序代码。

3.3 模型转换

3.3.1 模型转换方法

新的建模过程包括PIM到PSM再到HLA模型的转换,可选的转换方法很多,例如手动转换方法、基于元模型的转换方法、以结构为驱动的转换方法、基于XSLT(Extensible Stylesheet Language Transformations 扩展样式表转换语言)的转换方法和混合转换方法等。其中,笔者建议采用基于XSLT的转换方法。

XSLT是一种XML文件转换语言[5],它可以根据样式表中定义的规则将源XML文件转换成目标XML文件或其他格式文件,其转换流程如图3所示。MDA中,PIM和PSM都可以采用XML作为其表现形式和存储形式,HLA中模型的存储通常也是采用形式化描述的OMT格式,因此,完全可以利用XSLT实现PIM到PSM再到HLA模型的转换过程。

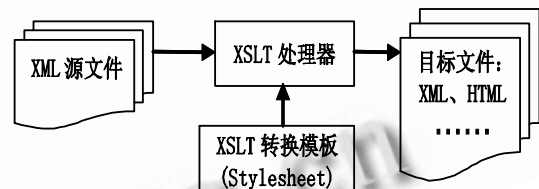


图3 XSLT处理流程

XSLT的核心是XSLT处理器,目前最常用的处理器是Microsoft MSXML,它是微软的XML工具库,包括MSXML Parser和MSXML SDK两部分,其中MSXML Parser支持XSLT。而对于整个XSLT转换过程而言,XSLT转换模板(Stylesheet)的建立则是最关键的,它为转换过程提供规则,为转换出的目标文件提供框架结构。

3.3.2 模型转换流程的建立

首先,对UML元模型进行针对HLA平台的元模型扩展设计;然后,在建模工具(Rose、Trufun等)中运用扩展后的元模型建立PIM,并生成XML文件;对由建模工具生成的XML文档进行格式分析,同时对PSM的XML文档进行格式设计;通过对PIM和PSM的XML的结构进行比对分析,设计PIM到PSM的

XSLT 转换模板, 并通过调用 MSXML Parser 的相关函数过程编制自动转换工具; 最后, 将 PSM 的 XML 文件与 OMT 文件进行格式比对, 设计 PIM 到 HLA 模型的 XSLT 转换模板, 并编制相应的自动转换工具。

4 总结

笔者通过对传统 MDA 建模过程进行修改, 提出了一种可以将 MDA 运用到已有 HLA 仿真系统上的建模方法。运用这种新的建模方法及相应的模型转换流程, 最终可为已有 HLA 仿真系统提供可以识别的, OMT 标准格式的模型输入, 从而实现 MDA 与已有 HLA 仿真系统的结合。另外, 本文提出的建模方法可能并不是最佳方案, 笔者在研究过程中就感到是否可以不通过 PSM 转换过程, 而直接将 PIM 转换为 HLA 模型, 这可以简化模型转换过程, 提高建模效率。当然, 这样必然会对 PIM 建模的内容和流程在完整性和精确性上提出更高要求。这样做是否可行以及如何实

现, 这些问题还值得继续深入研究。

参考文献

- 1 Tolk A. Avoiding another green elephant: A proposal for the next generation HLA based on the model driven architecture. 2002 Fall Simulation Interoperability Workshop, Orlando, Florida: SISO, 2002.
- 2 何明, 刘晓明, 郑翔. 模型驱动体系结构与 HLA 融合的关键技术研究. 全球化制造高级论坛暨 21 世纪仿真技术研讨会论文集. 439 - 442.
- 3 柏晓莉, 柏晓辉, 李恒峰, 罗雪山. 基于模型驱动的 HLA 建模仿真研究. 计算机仿真, 2007, 6: 102 - 105.
- 4 王伟, 赵勇. 基于 HLA 的建模仿真应用研究. 兵工自动化, 2002, 2: 8 - 11.
- 5 Chuck White. XSLT 从入门到精通. 北京: 电子工业出版社, 2003.