

基于 BOM 的组合模型描述方法研究

易剑,马亚平,朱冰

(全军军事训练信息系统公共平台中心, 北京 100091)

摘要: 组合建模一直是仿真领域的热点问题, 而 BOM 规范正是由此而生。本文在研究 BOM 规范的基础上提出了模式组合方法, 对 BOM 进行了扩展, 探讨了基于行动和状态机的模型描述方法和组合方法。通过这种模型描述方法, 能够很好地描述整个仿真对象空间和整个仿真行为空间, 同时为模型的重用奠定了基础, 同时也是一种标准化的建模方法。

关键词: BOM; 组合模型; 行动; 状态机

0 引言

现代仿真系统规模大、子系统繁多, 很可能涉及到多家单位共同开发完成一套仿真系统, 每家单位只是负责其中一套子系统以及各自所需的模型。另外很多情况下也需要使用别人已经开发好的模型组件, 这就对组件化和标准化建模提出了要求。组件化建模是为了实现模型的重用, 而标准化建模是实现互联互通的前提。只有建立的模型符合标准, 才能广泛应用于各种仿真系统, 并实现各仿真系统的互联。

在军事领域, 有时候对一个模型的行为直接进行描述时非常复杂。但如果将对象模型拆分为子模型, 分别对子模型的行为进行描述, 然后用一种方法将子模型组合成对象模型, 这样构建模型将会更加简单和清晰。

BOM 是一种组件化的通用建模标准, 当前在建模仿真中得到了广泛的应用。本文也将用 BOM 来解决标准化建模和组合建模问题。

1 基本对象模型 (BOM) 研究

1.1 BOM 概述

BOM 的概念源于 1997 年 SIS0 对参考 FOM 的研究, 是为了解决联邦开发过程中 FOM 设计所存在的重用性较差、重复性工作较多等问题。其核心思想是组合、重用和互操作, 目的是从仿真模型层次上提高建模与仿真的重用性和互操作性, 为实现仿真模型的可组合性提供了一种面向组件的实现机制, 提倡通过组件化的仿真模型的灵活组合, 以“搭积木”的方式快速构建具有功能多样性、大小可伸缩的仿真系统, 使仿真系统易于扩展、测试、管理和维护。

1.2 BOM 的结构描述

BOM 是概念模型、仿真对象模型或联邦对象模型的模块化表示, 该框架包括仿真活动模式、状态机、实体类型、事件类型、HLA 对象类以及仿真系统和仿真环境的 HLA 交互类。BOM 模板结构包含了四个主要的模板组件: 模型标识、概念模型、模型映射和 HLA 对象模型。模型标识以文档化形式来记录 BOM 本身的元数据, 是 BOM 的重要组成部分。概念模型由仿真交互模式、状态机、实体类型和事件类型等四个组件组成。每个交互模式都通过一个或多个步骤完成某一具体目的或功能, 一个步骤对应一个动作。步骤中的动作可以关联到 BOM 内部定义的某一事件, 也可以关联到外部 BOM, 这也是本文所研究的模型组合的理论基础。状态机可以与一个或多个概念实体关联, 一个状态机包含一个或多个状态, 一旦遇到退出动作每个状态都可以转移到下一个状态, 该退出动作可与模式中的某个动作关联。对象模型视图使用 HLA OMT 结构定义 BOM 使用的 HLA 对象类型、HLA 交互类、HLA 属性、HLA 参数和 HLA 数据类型。而模型映射提供概念模型中的实体类型和事件类型与对象模型中类结构元素之间的映射机制。

1.3 BOM 体系结构

BOM 的体系结构包括最底层的通信视图、中间层的联邦视图和最上层的联邦成员视图。底层的通信机制 (如 RTI) 在仿真过程中实现联邦成员之间的数据分发。中间层是联邦视图, 该层的 BOMs 和装配 BOM 以组

件的方式描述了 FOM 的能力。最上层的联邦成员视图主要包含实现视图和概念模型视图。

1.4 BOM 组合

BOM 本身是一种组件化的通用建模标准，BOM 概念模型不仅包含了真实世界中元素的静态描述（以仿真概念实体和事件的方式），还包含了这些元素如何相互关联或交互的信息（以仿真活动模式和状态机的方式）。当用 BOM 描述了概念模型或接口之后，再将这些概念模型或接口组合为一个模型或成员（SOM），直至联邦（FOM）。

所谓的 BOM 组合就是多个 BOM 的组合，BOM 组合也是一个 BOM，根据耦合封闭的定义 BOM 是耦合封闭的。关于 BOM 组合的建立方法主要有三种，一是手工复制法，即将多个 BOM 的接口内容通过手工复制的方法合并为一个 BOM；二是模型映射关联法，即通过模型映射模板组件建立多个 BOM 之间的关联，将多个 BOM 合并为一个 BOM 组合；三是 BOM 模式组合法，即通过 BOM 交互模式的组合建立 BOM 组合。

BOM 模式组合：一个 BOM 的仿真活动模式由一个或多个用来实现某个特定目的或能力的模式动作（pattern action）序列来表示。每个模式动作要么由一个事件（event）完成，要么由另外一个 BOM 完成，后者便会产生一个 BOM 组合。这里 BOM 规范中并没有明确指明由另外一个 BOM 完成具体是指什么，经过我们的研究可以理解为由另外一个 BOM 所定义的事件完成。这就是所谓的 BOM 组合的模式组合方式。

2 基于 BOM 的军事训练模型描述

2.1 基本结构

对 BOM 进行扩展，能够面向实体描述实体的状态机，进而描述整个仿真对象空间；能够面向实体描述作战行动，进而描述整个仿真行为空间。

每一个仿真空间（联邦）由若干个（模型）系统及其交互组成，每个系统由若干相同或不同类型实体及其相互交互组成。组成系统的实体能够完成一项或多项作战行动，每个行动由若干动作序列组成，每项行动中会产生若干交互事件，事件会驱动动作的执行，从而不断推进行动。

2.2 基于规则的行动描述

我们研究军事模型时，很多情况下都是对实体的行为进行建模，我们可以根据某种规则对实体的行为进行划分，得出该实体的行动，一个实体可以有多个行动，但一个行动只能有一个实体。

行动是动作、事件和规则的集合。动作是实体为达到某一预定的状态，在一段时间内持续进行的最小操作或行为，它是实体状态转换中分辨率最高的、最基本的行为要素。而事件其实就是一种指令，它可以由人为下达，也可以是时间推进过程或者仿真过程中产生。

行动由实现某种特定能力的动作序列来表示，组成行动的动作之间必须是串行方式。而引发动作执行或结束的条件就是规则。而规则其实就是一些条件，可以是事件也可以是其它条件。其中动作和事件都是可以在 BOM 中进行定义。基于规则的行动描述如图 1 所示：



图 1：行动描述

2.3 状态机描述

有的时候一些特定的军事模型本身并没有具体行动（比如雷场模型），所以我们无法对它的行动进行描述，但这些模型却涉及到组合问题。由于这种模型一定有自身状态，所以我们可以借助 BOM 状态机的概念，对其进行状态机描述。状态机只能用于描述实体的状态转移过程，一个状态机只能描述一个实体即每个状态机只能与唯一的一个实体关联，但一个实体可以有多个状态机。模型的状态机描述如表 1 所示：

表 1: BOM 状态机元素组成及其定义

元素	含义	描述
State Machine	状态机	确定一个状态机
Name	状态机名称	确定状态机的名称
Conceptual Entities	概念实体	指定一个相关联的实体
State	状态	确定实体可能的行为状态
Name	状态名称	确定状态的名称
Transfer Condition	转移条件	确定外部状态转移的条件
Action/Event	动作/事件	确定一个引起状态转移的动作或者事件
Next State	下一状态	转移到的下一个状态

由上表可以看出，动作和事件都能引起状态转移，而动作也由事件触发。所以为了简化描述，我们可以定义一种元动作，该动作只是改变实体状态，没有其它任何行为。而当由事件直接引发状态转移的情况，都可以改变为事件触发了该元动作，而该元动作完成后引发了状态转移。这样所有的状态转移都可以理解为由动作完成触发。

3 模型组合

模型组合是将建模对象分解为若干子对象，分别对子对象进行建模，然后将这些子模型组合为建模对象的模型。模型组合中，虽然我们对子对象进行了建模，但子对象不是我们（最终）的建模对象，子对象仅仅是途径，通过研究子对象的行为来研究对象的性质和行为，我们并不对对象本身进行直接建模。

在行为描述中，确保不仅单个的模型的逻辑行为能够被正确地执行，组合模型的逻辑行为也能够被正确地执行。

对于每一个子对象进行 BOM 模型描述时，我们都可以根据实际情况选择状态机描述或者行动描述，而根据模式组合方法我们可以知道，触发动作的事件可以由本身或者其它 BOM 定义，比如 BOM A 中某个动作的触发事件是由 BOM B 定义时，BOM A 和 BOM B 就组合在一起了，所以无论是哪种描述法子模型都是可组合的。基于行动描述的模式组合方法和基于状态机描述的模式组合方法分别如图 3 图 4 所示：

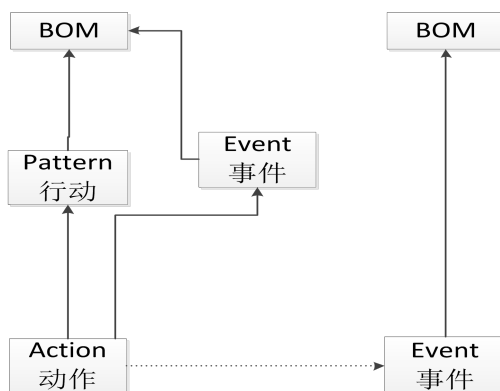


图 3: 基于行动描述的模式组合方法

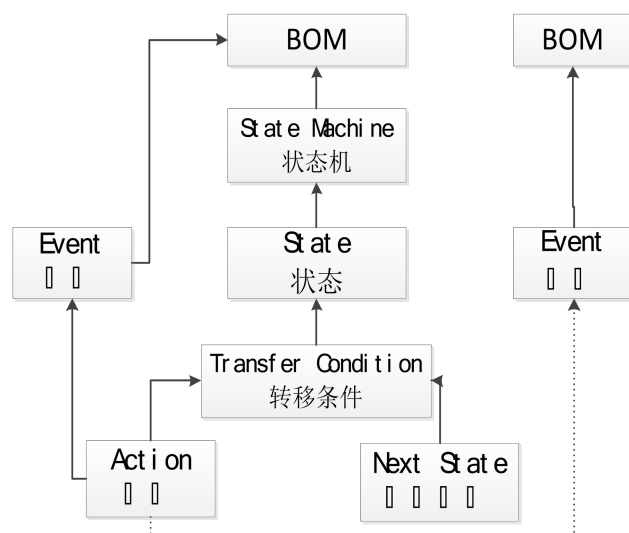


图 4: 基于状态机描述的模式组合方法

4 结束语

通过对 BOM 规范的深入研究, 在 BOM 基础上进行了扩展, 探讨了基于行动和状态机的模型描述方法和组合方法, 为最后建模框架的实现奠定了理论基础。

参考文献

- [1] 胡晓峰等. 战争复杂系统建模与仿真[M]. 北京: 国防大学出版社, 2005.
- [2] 李元. 多分辨率建模形式化与通用方法研究. 博士学位论文. 北京: 北京航空航天大学, 2011.4.
- [3] 龚建兴, 闫小曼, 郝建国, 等. 基于 BOM 的仿真模型组件研究[J]. 系统仿真学报. 2007, 19(22): 5125-5129.
- [4] 张明新. 基于 BOM 的组合建模方法研究及工具实现. 硕士学位论文. 长沙: 国防科学技术大学, 2010.11.