

· 光电系统 ·

## 基于BOM的光电信息控制仿真系统设计

范永金, 吴刚

(中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300000)

**摘要:**介绍了BOM模板结构及其相互关系,采用BOM开发标准设计光电信息控制系统的层次化仿真框架和模型设计,阐述模型实现的基本方法,建立了基于BOM的HLA光电信息控制仿真系统,说明了光电信息控制仿真系统的开发步骤和实现过程。基于BOM标准构建的光电信息控制仿真系统可有效提高系统效率和模型重用性,为今后光电信息控制仿真系统的高效开发提供有利技术支持。

**关键词:**HLA(高层体系结构);BOM(基本对象模型);光电信息控制;仿真

中图分类号:TP273+.1

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2014)-06-0013-05

## Design of Electro-optical Information Control Simulation System Based on BOM

FAN Yong-jin, WU Gang

(Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300000, China)

**Abstract:** The template framework and correlation of base object model (BOM) are introduced. According to BOM development standard, hierarchical simulation framework and model design of an electro-optical information control system is designed. The methods for building the model are described. Based on BOM, high level architecture (HLA) electro-optical information control simulation system is constructed. And the development steps and implement processes of the system are introduced. The efficiency of the system and model reusing are improved effectively, which provide advantaged technology support for high efficiency development of electro-optical information control simulation system in the future.

**Key words:** high level architecture (HLA); base object model (BOM); electro-optical information control; simulation

随着高层体系结构(HLA)的出现,光电信息控制仿真系统的软件开发无需再进行大量底层的细节工作,只需设计仿真对象模型、界面以及定义对象的交互信息,解决了系统的扩展问题,减少了网络冗余数据<sup>[1]</sup>。然而HLA的原理决定了系统的开发是基于成员级的开发,这种开发模式降低了系统的可维护性和互操作性,导致模型开发随意性较强,重用性较差<sup>[2]</sup>。

针对基于HLA的仿真系统在开发维护过程中出现的上述不足,提出采用基本对象模型(BOM)开

发标准设计光电信息控制仿真系统,从层次上划分系统仿真模型,在对低层次模型接口和功能设计基础上,利用BOM标准开发出高层次模型或联邦成员,从而提高模型的规范化程度,保持联邦成员可重用性和灵活性。

### 1 BOM概述

BOM作为开发仿真模型组件的基础,为一组可重用的信息包,用来表示仿真内部交互活动的各种

收稿日期:2014-10-21

作者简介:范永金(1972-),男,学士学位,高级工程师,主要从事激光信号探测技术、仿真系统和软件应用技术研究;吴刚(1987-),男,学士学位,助理工程师,主要从事图像处理应用技术和光源技术研究。

模式,它可作为一个仿真应用开发和/或仿真应用或联邦成员模型扩展的构建模块应用到仿真系统的开发和扩展中,通过不同的仿真模型组件组合实现联邦成员的灵活性和可组构性<sup>[5]</sup>。如图1所示,BOM包含四个主要的模板组件:模型识别、概念模型、模型映射和HLA对象模型<sup>[4]</sup>。

模型识别(元数据)
概念模型
模型描述 状态机 实体模型 事件模型
模型映射
实体类型映射 事件类型映射
HLA对象模型
HLA对象类 HLA交互类 HLA数据类型
注释
字典

图1 BOM模板结构

模型识别是BOM的重要组件,提供了没有包含的OMT数据中的关键重用信息,是BOM重用的前提和保证;概念模型通过概念实体类型和概念事件类型静态描述存在真实世界中的事物,并以相互作用的模式和状态机刻画这些真实世界中的事物之间是如何相互作用。HLA对象模型是对应于概念模型的仿真模型,描述了对象类和交互类的结构以及相关的属性和参数。模型映射将概念模型中的实体类型和事件类型映射到HLA-OMT结构规范中的对象模型,从而使得概念模型和HLA对象模型的开发呈现松耦合特性。

## 2 光电信息控制系统仿真框架设计

在对光电信息控制系统进行仿真时,采用分层结构与组件化设计方法,依据BOM的可组合特性进行自底向上的仿真开发。首先根据仿真需求,确定构成仿真系统的实体集合及其之间的交互关系;然后根据实体关系,确定系统联邦成员;再根据实体的可分解性,将模型划分为不同层次的模型;最后基于

BOM标准采用自底向上的方法进行仿真开发。

光电信息控制系统的仿真框架包含四个层次:基本模型、组合模型、联邦成员和联邦。基本模型是仿真中不需要分解的实体;组合模型由基本模型通过一定的接口关系组合而成;联邦成员和联邦是基于BOM组件对HLA规则的实现。光电信息控制系统仿真框架组成如图2所示。

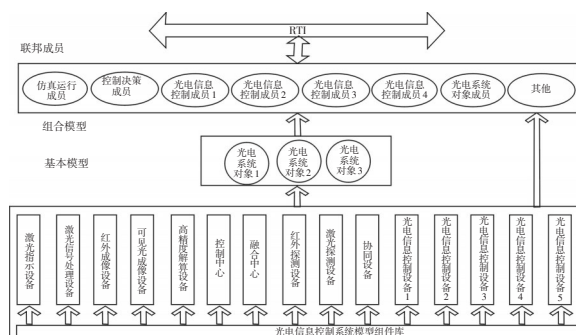


图2 光电系统仿真框架组成

## 3 基于BOM的模型设计

BOM的重要特性是可组合性<sup>[5]</sup>,因此,基于BOM的光电系统仿真模型设计可分为三步:(1)根据模型的复杂度和可分解性划分系统内的仿真对象模型;(2)按照BOM标准对基本模型的接口和功能进行设计;(3)利用BOM生成工具设计组合模型和联邦成员。

### 3.1 基本模型设计

基本模型设计需要按照BOM规范定义概念模型的相互作用模式、实体类型和事件类型,开发对应的对象模型,完善模型映射及元数据等信息,最终输出为XML格式的BOM定义文件。基本模型设计内容主要包括接口设计和功能设计两部分。接口设计负责基本模型的仿真调用,定义各个基本模型之间的接口关系;功能设计用于封装模型功能,对外提供输入输出接口。图3为基本模型组件的调用流程。

以激光信号处理设备为例说明基本模型设计过程。首先,对模型所涉及的对象/交互类接口关系进行设计,分别如表1和表2所示;然后,在明确接口的基础上,根据激光信号处理设备在目标对象中的实际功能,对模型进行封装,其调用及功能流程如图4所示。

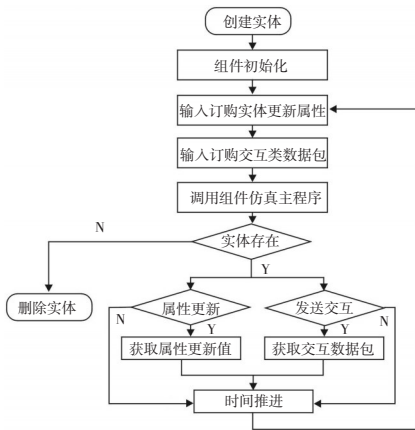


图3 模型组件调用流程

表1 激光信号处理设备对象类部分接口(Object Class)

Object Class	Attribute	Description
LaserSignalProcess (激光信号处理设备)	ID	激光信号处理设备实体ID
	OwnerID	隶属关系
	Pos	位置信息
	Environment	环境信息
	PulseCode	信号处理设备内部编码序列

表2 激光信号处理设备交互类部分接口(Interaction Class)

Interact Class	Parameter	Description
LaserInfo (激光目标指示信息)	TargetPos	目标位置
	WaveLength	激光波长
	PulseCode	编码信息
EOInfo (光电系统交互信息)	Pos	光电系统位置信息
	Attr	光电系统特性信息

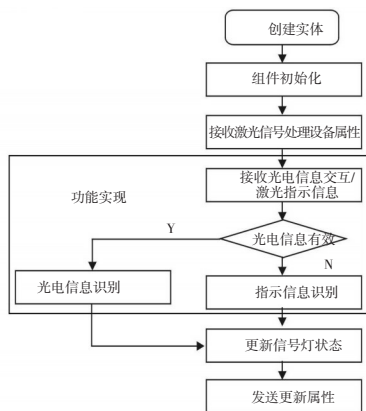


图4 激光信号处理设备组件调用及功能流程

### 3.2 组合模型设计

由于BOM的组合方式有两种:一是将所有子BOM内容复制到新BOM中;二是在新BOM中定义更高层次相互作用模式,模式动作或者模式变化引用其他BOM<sup>[6]</sup>。因此,在进行组合模型设计时,应先分析该模型的组合方式,然后根据组合方式从基本模型库中选取可使用的BOM或开发新的BOM,再通过特定的BOM组合工具完成模型组合,并增加元数据<sup>[7]</sup>。系统内的组合模型如表3所示。

表3 光电信息控制系统组合模型

组合模型	基本模型
光电系统对象1	激光指示设备、激光信号处理设备、高精度解算设备
光电系统对象2	红外成像设备、高精度解算设备
光电系统对象3	可见光成像设备、高精度解算设备

光电系统对象1模型组合图如图5所示。采用的是第一种组合方式。其中,激光信号处理模型为基本模型激光信号处理设备所对应的实体类,其他对应关系类似,箭头走向表明了组合模型内部的交互关系。

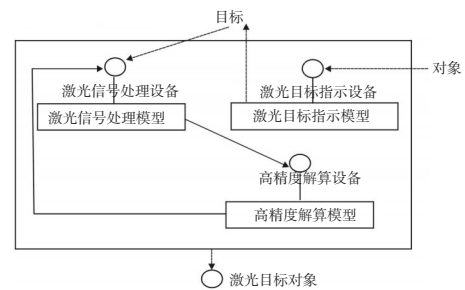


图5 光电系统对象1模型组合图

### 3.3 联邦成员和联邦设计

联邦成员和联邦的设计方法<sup>[8]</sup>与组合模型设计方法类似,都是通过BOM组合工具来完成的。在组装联邦成员之前,先利用BOM开发工具形成描述信息BOM;在生成模型组件BOM后,通过模型组装工具将相应的模型组件聚合为成员配置文件。

采用BOM思想设计的联邦成员,不再独自包揽整个联邦成员的设计和开发,而是可以独立承担某个熟悉领域内的模型设计和开发。每个模型没有

直接的耦合关系,它们只有参与某一仿真活动,为了完成共同的仿真功能,组合到一个联邦成员中协作完成任务,但是它们可以应用到需要它们的其他联邦成员中,而不需要重新修改代码,甚至不需要重新编译,使模型可以在不同的联邦和不同的联邦成员中得到重用。而真正需要修改的是每次仿真的联邦成员配置信息,由该配置信息决定哪些模型参与此次仿真活动,完成对参与仿真的模型的组合。图6为光电信息控制成员1组装图。

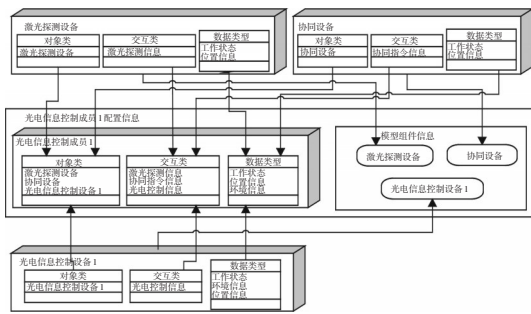


图6 光电信息控制成员1组装图

### 4 基于BOM的光电信息控制仿真系统实现

基于BOM的光电信息控制仿真系统采用KD-SmartSim来实现。KD-SmartSim由基于BOM的组件生成工具(BOMFactory)、仿真模型组件装配工具(FedAssemble)和可扩展仿真运行框架(XSRFrame)三部分组成,其开发步骤如下:

(1)在光电信息控制系统框架设计的基础上,利用BOMFactory工具对要开发的系统仿真模型组件进行建模,并产生模型组件的描述文件BOM,在通过HLA对象模型表描述仿真模型组件与外界进行信息交互能力的同时,通过相互作用模式表和概念模型表描述仿真模型组件内部的动态行为。

(2)利用BOMFactory产生的BOM并生成相应的仿真模型组件代码(特定于C++的编程语言),在Microsoft VC++开发集成环境下完成仿真模型组件的开发和调试。

(3)利用FedAssembler构建所需联邦成员的配置文件,该文件描述了联邦成员间信息交互能力,以及构成联邦成员所需的各个仿真模型组件的交互信息,通过该文件还可以设置联邦成员的基本信息(如联邦名、联邦成员名等),设置各个仿真模型组件的初始化时间、更新频率和结束时间等。

(4)运行XSRFrame仿真运行框架,加载光电信

息控制系统联邦成员的配置文件,自动加载构建联邦成员所需的仿真模型组件,快速完成联邦成员的创建,利用运行框架提供的仿真调度器协调每个仿真模型组件的仿真运行逻辑。

光电信息控制仿真系统BOM模型组件的自动封装需要文件包括模型映射文件(\*.IPOmap)、模型头文件(\*.h)、接口描述文件(\*.IPO)、模型动态链接库(\*.DLL)和模型静态库(\*.LIB)五个文件,具体封装工具及过程如图7所示。



图7 光电信息控制BOM组件自动封装过程图

整个系统的仿真运行控制由BOM组件运行控制程序(KD-MCC)来执行。通过调用由仿真脚本生成的仿真执行方案,控制系统内所有仿真成员以及RTI服务器的启动。光电信息控制仿真系统运行控制界面图如图8所示。



图8 光电信息控制仿真系统运行控制界面图

### 5 结论

研究了基于BOM的光电信息控制系统仿真框架和模型设计思想,采用这种方法构建出的系统模型,覆盖光电信息控制系统的主要信息控制手段和主要目标对象,其功能与仿真框架松耦合,提高了模型开发效率及专业性,使模型的可重用性大大增强。以此为基础开发出的光电信息控制仿真系统,模型具有通用性和典型意义,具有很强的灵活性和

可扩展性,对于后续光电信息控制领域的仿真研究意义重大。

### 参考文献

- [1] 陈蕾,方崑源. 作战仿真技术与展望[J]. 科技资讯, 2012(26).
- [2] 张鹏,黄健,赵鑫业,等. 基于BOM组件模型的可组合性研究[J]. 系统仿真学报,2011(8).
- [3] 周彦,戴剑伟. HLA仿真程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2002:12-13.
- [4] 罗广成,王汝群,李修和,等. 基于HLA复杂电磁环境下的

对抗仿真模拟系统[J]. 电子信息对抗技术, 2012(5).

- [5] 龚建兴,韩超,邱晓刚,等. 构建可扩展的HLA联邦成员框架[J]. 系统仿真学报,2006,18(11):3126-3130.
- [6] 龚建兴,钟蔚,黄健,等. 基本对象模型(BOM)在HLA仿真系统中的应用[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(2): 327-331.
- [7] SISO base object model product development group. Guide for Base Object Model (BOM) Use and Implementation [Z]. SISO-STD-003-2006.2006.
- [8] 彭春光,龚建兴,黄柯棣. 基于基本对象模型的仿真模型组装器的研究[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(12):3175-3178.

(上接第12页)

(4)传感器用特殊光纤材料和器件的研究,例如:增敏和去敏光纤、荧光光纤、电极化光纤的研究等。这些将是以后传感器进一步发展的趋势。只有加大对光纤传感领域人力、物力、财力的投入,才能进一步提高光纤传感技术的水平,促进其在各个领域得到更为广泛的应用,发挥更大的作用。

### 参考文献

- [1] 张森,王臻,刘孟华,等. 光纤传感技术的发展及应用[J]. 光纤与电缆及其应用技术,2007(3):6-8.
- [2] 侯俊芳,裴丽,李卓轩,等. 光纤传感技术的研究进展及应用[J]. 光电技术应用,2012,27(1):49-53.
- [3] 李艳萍,张丽红,伦翠芬,等. 反射式强度调制型光纤压力传感器的研究[J]. 传感技术学报, 2005, 18(1):180-183.
- [4] 李登道,耿杰,王文通. 光纤的结构及其传输特性分析[J]. 山东科技大学学报,2004,23(4):39-42.
- [5] 吕晖,马晓红,赵华凤,等. 光纤结构与特性实验设计[J]. 实验技术与管理,2011,28(7):43-46.
- [6] 李文植. 光纤传感器的发展及其应用综述[J]. 科技创业月刊,2005(7):153-154.
- [7] 卢一鑫,杨璐娜. 光纤传感器的应用现状及未来发展趋势[J]. 科技信息,2011(3):113-114.
- [8] 王秀彦,吴斌,何存富,等. 光纤传感技术在检测中的应用与展望[J]. 北京工业大学学报,2004,30(4):406-411.
- [9] 王鹏宇. 光纤传感技术及其应用[C]//第二十六届中国(天津)2012IT、网络、信息技术、电子、仪器仪表创新学术会议,天津,2012,9.

- [10] 李晓沛,邹亚琪,马军山. 光纤宏弯损耗与温度传感的理论分析[J]. 光学仪器,2012,34(2):44-49.
- [11] 曲直,孙秀平,何杰,等. 单模双折射光纤弯曲传输损耗的研究[J]. 物理实验,2004,24(9):40-42.
- [12] 彭星玲,张华,李玉龙. 光纤宏弯传感器研究进展[J]. 光通信技术,2012,36(11):42-45.
- [13] 薛梦驰. 光纤弯曲损耗的研究与测试[J]. 电信科学, 2009,25(7):57-62.
- [14] 贾琦. 光纤传感技术的发展及应用[J]. 中国包装工业, 2014(8):73.
- [15] 杨兴,胡建明,戴特力. 光纤光栅传感器的原理及应用研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版),2009,26(4):101-105.
- [16] 廖廷彪,黎敏. 光纤传感器的今天与发展[J]. 传感器世界,2004,10(2):6-12.
- [17] 王燕花. 新型光纤传感系统的研究与实现[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [18] 胡晓东,刘文晖,胡小唐. 分布式光纤传感技术的特点与研究现状[J]. 航空精密制造技术,1999,35(1).
- [19] 邝泳聪,李风. 基于DSP的通用型光纤位姿传感信息处理模块[J]. 机电工程技术,2005,34(12):27-29.
- [20] 何慧灵,赵春梅,陈丹,等. 光纤传感器现状[J]. 激光与光电子学进展,2004,41(3):39-41.
- [21] 郑宏军,黎昕,杨恒新. 两种典型的光纤传感器研究现状与发展趋势[J]. 传感技术学报,2001,14(4):281-284.
- [22] 陆振华. 光纤温度传感系统在火灾探测中的应用[J]. 低压电器,2007(20):27-31.
- [23] 王书涛,崔彦彦. 光纤荧光式测水中矿物油浓度[J]. 红外与激光工程,2012,41(3):780-783.