

文章编号: 1002-0268(2004)09-0145-04

物流仿真系统构建技术研究

刘 靛, 黄立葵

(湖南大学土木工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘要: 针对物流仿真系统体系结构的难题, 建立物流系统仿真研究的基本步骤, 创建供应链运营参考模型, 包括基本的供应链过程要素、过程性能评价指标和供应链对象模型。最后, 给出实现物流仿真系统的关键技术, 即用于静态建模的物流系统建模标记语言和用于动态建模的 Multi-Agent 技术。

关键词: 物流; 物流建模; 仿真; 供应链

中图分类号: U492.3⁺1 文献标识码: A

Research on Construction Technology in Simulation System of Logistics

LIU Liang, HUANG Li-kui

(College of Civil Engineering Hunan University, Hunan Changsha 410082 China)

Abstract: Aiming at the problem of logistic simulation system architecture, this paper sets up the basic steps of the simulation study of logistic system and constitutes supply chain operations reference model, including basic supply chain elements, supply chain measures of effectiveness and supply chain object model. Finally, it presents the key techniques of logistic simulation system, namely, logistic model markup language for static modeling and multi-agent technique for dynamic modeling.

Key words: Logistics; Logistic modeling; Simulation; Supply chain

0 引言

为了更好地实施物流管理技术, 研究物流建模技术, 建立相应的供应链运营参考模型以实现供应链的优化是十分必要的。在物流系统规划、组织管理和科学研究的理论验证、方案评估、重大决策过程中, 计算机仿真技术发挥了重要作用。国外有些仿真系统已经比较成熟, 而且还在不断发展和完善。但由于物流系统的规模越来越庞大, 物流系统的研究问题日益复杂化, 以往面向单一研究目的和仿真功能的物流仿真系统, 已经难以满足系统综合地分析研究物流系统特性的需要, 尤其不能很好地满足智能物流系统的发展对综合性仿真实验平台的需求。以往的大型物流仿真系统的研究比较关注仿真模型和软件设计方法, 但现在看来, 仅着眼于这些方面已难以从根本上解决问题, 关键应在于设计物流仿真系统的新型体系结构。笔者将探讨物流综合仿真系统的过程模型和关键技术, 并提

出一个科学、系统的解决框架。

1 系统概念模型

物流系统仿真的过程就是建立物流系统模型并通过模型在计算机上的运行来对模型进行检验和修正, 使模型不断趋于完善的过程。物流系统仿真研究分为若干阶段, 图1描述了物流系统仿真研究的基本步骤。

(1)系统定义 定义一个物流系统首先必须提出明确的准则来描述物流系统目标及是否达到目标的衡量标准。其次必须描述物流系统的约束条件。然后要确定研究的范围, 即确定哪些实体属于要研究的系统, 哪些属于系统的环境。

(2)构造模型 构造模型时要把真实物流系统缩小抽象, 使它规范化, 必须确定模型的要素、变量和参数以及它们之间的关系, 在一定的约束条件下用数学模型描述所研究的系统。模型必须和研究目的紧密联

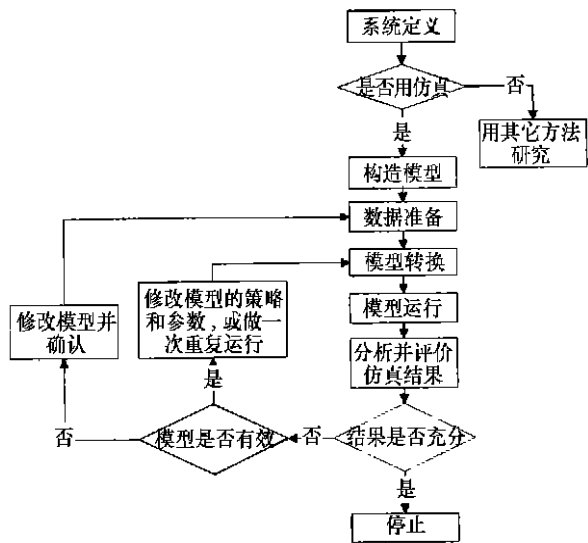


图 1 物流系统仿真过程

系,要有明确的目标与要求,模型的性质要求和真实系统尽量接近。同时模型必须尽可能简单明了,容易控制和操作,易于为用户所理解,便于修正和改进。但要避免把模型过于简化,不然得到的是一个平庸的模型;也不能过分具体,以致降低模型的效率或难以处理。

(3)数据准备 包括收集数据和决定在模型中如何使用这些数据。收集数据是物流系统研究的一个组成部分,必须收集物流系统的输入、输出各项数据以及描述系统各部分之间关系的数据。按照收集到的数据确定模型中随机变量的概率分布或概率密度函数以及各项参数。

(4)模型转换 指用计算机高级语言或专用仿真语言来描述数学模型,以使用计算机运行模型来仿真被研究的系统。模型是用程序设计语言编成的程序,为此必须在高级语言和专用仿真语言之间作出选择。

(5)模型运行 其目的是为了得到有关被研究的物流系统的信息,了解和预测实际系统运行的情况,特别是在输入数据或决策规则有变化时输出响应的变动情况。因此,模型运行是一个动态过程,要进行反复的试验运行,从而得到所需要的试验数据。

(6)分析并评论仿真结果 由于物流仿真技术中包括某些主观的方法,如抽象化、直观感觉和设想等,因此在将仿真报告提交管理部门之前,必须对仿真结果作全面的分析和论证。对仿真结果进行分析有两个基本目标:①确定仿真实验中获得的信息是否充分;②把仿真数据精简、归纳并提供管理部门以辅助决策。

2 供应链运营参考模型

供应链运营参考模型是物流系统正确构建的基

础,调查表明,物流系统仿真软件实施的关键是企业建立了正确的供应链模型^[1,2]。因此,建立正确的供应链模型是进行物流系统仿真的首要任务,而供应链模型要从供应链过程要素和过程性能评价着手。

2.1 供应链过程要素

计划、采购、制造、交货、退货是供应链的 5 个基本过程要素,每个要素包含着不同的内容。

(1)计划 包括需求/供应计划:评估供应链资源、汇总和安排满足需求的次序、库存计划、评价分销需求、确定生产、物料和关键能力;计划基础问题:自制/采购决策、供应链构建、长期能力和资源计划、企业计划、产品输入/输出、产品线管理等。

(2)采购 包括采购件/原材料的获取:接收、检验、存储;采购的基础问题:供应商认证、采购件的质量、内部运输、供应商合同管理、货款支付等。

(3)制造 包括生产作业:要求与接收物料、制造和测试产品、包装、储存与发货管理;制造的基础问题:工程变化、设施与设备、生产状态、车间作业计划、短期的生产能力。

(4)交货 包括需求管理:组织预测、计划促销、销售计划、销售数据的收集与分析、产品定价、顾客满意度测量、有效顾客响应;订单管理:订单输入与维护、产品配置、建立和维护顾客数据库、维护产品价格数据、管理应收应付款、收据与发票管理等;仓储管理:接收和维护产成品、收货与包装、产品运输、标签管理等;运输管理:交通问题、车辆调度、产品入库与出库等;安装管理:安排安装活动、调试、检验等;交货的基础问题:流通渠道的商业规则、订货规则、库存管理、交货数量管理等。

(5)退货 包括退货分类:将原材料退货给供应商和接收客户的成品退货,包括有缺陷的产品和过剩产品;有缺陷产品退货:所有有缺陷的产品退货都被批准;规划产品退货:接收、验证和处理有缺陷的产品,建立退货记录;过多产品退货:确定过剩产品的详细目录,接收采购中过多的产品退货,处理过多的产品;退货的基础问题:管理退货商业规则,数据采集,退货详细目录,运输网络。

在分析了供应链过程要素的基础上,笔者提出了供应链运营参考层次模型,该模型共分为 4 层,见表 1,分别为最高层(过程类型),配置层(过程目录),过程要素层(过程分解)和实施层(过程要素分解)。根据该模型,可以自顶向下、由粗到精逐层分解供应链过程,大大降低了供应链建模的复杂度。

2.2 供应链运营参考模型性能尺度标准

表 1 供应链运营参考模型层次及含义

层次	描述	示意图	含义
1 最高层 (过程类型)			第一层定义供应链过程参考模型的范围和内容。此处设立了性能竞争目标的基础。
2 配置层 (过程目录)			一个企业可以根据需求从 30 种过程类型中选择构造自己的供应链, 据此实施运营战略。
3 过程要素层 (过程分解)			企业在这层建立的操作战略。第三层定义企业的在选定市场上成功竞争的能力, 包括: • 过程要素定义 • 过程要素信息输入与输出 • 过程性能尺度 • 最好的实施方案 • 所需的支持实施方案的系统能力 • 系统/工具
4 实施层 (过程要素分解)			企业实施特定的供应链管理。第四层定义了取得竞争优势和适应企业变化条件的方案

不同企业的业务流程有不同的性能表现, 为了做出衡量和比较, 必须确定复杂管理业务流程因素的描述标准和衡量尺度, 因此, 笔者提出了用于和客观的、企业外部参考点的流程绩效比较的性能尺度标准(即 MOE 值: Measures of Effectiveness 有效度指标), 表 2 描述了用于流程绩效比较的性能尺度标准, 这是衡量供应链业务流程性能的重要指标。

表 2 性能尺度标准(MOE 值)

性能属性	客户角度			内部角度	
	可靠度	响应度	灵活度	成本	资产
发货性能	✓				
完成比例	✓				
正确的订单履行	✓				
订单履行时间		✓			
供应链响应时间			✓		
生产灵活性			✓		
供应链管理成本				✓	
销售成本				✓	
附加值生产力				✓	
退货处理成本				✓	
现金周期时间					✓
库存时间					✓
资产回收率					✓

2 3 供应链对象模型

对于复杂的物流系统, 为了便于建模, 必须将系统抽象为对象模型, 图 2 是笔者在研究过程中建立的供应链对象模型。在物流系统中有 3 种基本对象。

- (1)供应链基础设施 包括物理地址如供应商、厂房、分发中心和消费者, 也包括物理地址间的联系, 如运输车道, 设施——设施分配和消费者区。
- (2)移动需求 包括所有的运输信息, 如移动什么商品, 何时需要商品, 运输的特殊要求等。
- (3)运输网络 包括交通设施(公路和铁路网络,

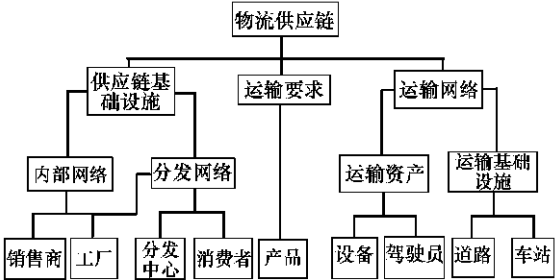


图 2 供应链对象模型

港口, 车站, 联合运输结合点等), 资产可以拥有, 也可以雇佣(驾驶员, 卡车, 拖车, 集装箱, 飞机, 轮船, 铁路机车, 货盘等等), 资产位置和交通容量(最大装载量和运输速度)。

3 实现整体解决思路的主要技术

3 1 物流系统建模标记语言

为了使不同的物流系统模型之间可以方便的交换数据, 笔者研究创建了物流系统建模标记语言 LMML (Logistic Model Markup Language)。LMML 用来促进不同的物流系统模型之间的数据共享, 并吸收了可扩展标记语言 XML (eXtensible Markup Language) 的优点, 是完全与 XML 兼容的标记语言, 用来在物流系统模型之间交换数据, 创建输出文件, 使其易于被办公软件识别^[3]。

LMML 是一种界定物流系统模型文本数据的简便而标准的方法, LMML 的标记用来说明所描述的概念, 而属性则用来控制它们的结构。只要简单地添加标记就可以描述它们所封装的信息。LMML 的数据描述机制意味着它将成为一种在物流系统模型之间共享信息的强大途径, 因为它有以下优点。

(1)开放性 LMML 能够在不同平台不同的用户和程序之间交换数据, 在不兼容的数据库系统之间交换数据。

(2)自描述性 使其便于对不同类型的物流系统提出解决方案, 同时数据易于在互联网上表示。

(3)通用性 无需事先协调, 就可以在程序之间共享数据, 数据格式可以被通用软件识别。

为了便于理解, 本文以仓库(Warehouse)为例给出了物流系统建模标记语言示例代码, 见表 3。

3 2 基于 multi-agent 建模

3 2 1 建模思想

Agent 技术是最适用于实现物流系统仿真的技术, 基于 Agent 建模的核心思想可以概括为:

- (1)对系统进行 Agent 抽象 根据组成实际系统

的物理实际和系统目标的要求,将系统的相应实体

表 3 物流系统建模标记语言示例

代码 1	注释
< LMM L Facility=“ Warehouse”>	表明描述的物流系统设施为“Warehouse”
< GENERAL>	对于该设施的一般性描述
< /GENERAL>	
< AGENCY>	设施所属的机构
< /AGENCY>	
< WAREHOUSE ID= #>	仓库的编号
< WAREHOUSE NAME= (STRING)>	仓库的名称(字符型)
< WAREHOUSE LOCATION = (STRING)>	仓库的地址(字符型)
< WAREHOUSE CAPACITY = (NUMBER)>	仓库的容量(数字型)
...	
< /WAREHOUSE>	表明该仓库属性描述结束
< LMM L>	终结符

(或特定功能)抽象为 Agent。这里, Agent 是一个自治的计算实体(即软件 Agent),它能真实或合理地反映相应实体的自治特性(有、没有或自治程度等)以及相应的行为和状态。

(2) Agent 之间的交互 组成系统的 Agents 为实现自己的和(或)系统的特定功能,它们之间需要交换信息和(或)提供服务,所以必须要进行交互,协同运作(Agents 之间可能有冲突,必须相互协调)。系统的 Agents 可能只需要局部的信息就可以完成相应的使命,它们在地理上允许是分布式的。

(3) Agent 的智能 根据研究的需要和技术的可行性,可使 Agent 具有合适的智能特性(如理性、诚实性等)。

基于 Agent 的建模方法是一种基于个体(该个体可能有智能)及其它它们之间交互的方法,它兼顾了组成系统的个体的真实物理性状(如自治性、地理上的分布性等)和系统的整体性(个体之间的协作),其最显著的特点是系统中的个体不再仅是组成系统的零部件,而是具有活性的实体。由于该方法更能接近物流系统的实际情况,同时又能提供相应的技术支持,所以在物流系统中应用前景很广。

3.2.2 面向 Agent 的物流系统分析

笔者建立了基于 multi-agent 的物流系统模型,在这个原型模型中,为了方便,将整个物流系统抽象为图 3 所示,系统主要包括供应商 Agent 类、生产商 Agent 类、运输商 Agent 类、仓库 Agent 类、消费者 Agent 类,它们都是自治的实体。

在这里,将供应链系统的每个成员分别映射成为一个 Agent,并形成相应的 Agent 类。然后,对每个 Agent 类的特征进行分析,建立其特征模型。下面以生产商 Agent 为例来分析。

(1) 状态 对于生产商来说,它至少应具有这些

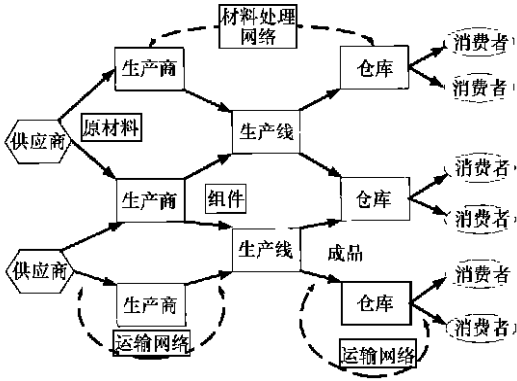


图 3 物流系统 Agent 模型

属性(或状态信息):年需求物资量、每月的需求物资量、每周的需求物资量、每天的需求物资量、物资采购成本、累计购买成本、以及相应的供应商、仓库信息等,为了对现有的供应商进行性能评估,还可能拥有一些评价指标(如供应商的可信度、可靠度、供应价格等)。

(2) 感知器 生产商一般要提前获取消费者的需求和各种相关的信息。

(3) 效应器 在需求的驱动下,生产商要进行采购方面的决策(如哪些供应商应供货及供货量),向供应商(或供应商的仓库)下定单,客户关系的维护及在市场上寻求新的性能更好的供应商;根据各种信息,在必要时向供应商下达物资调运指令,如此,等等。这样,通过以上的分析,就建立了系统的多 Agent 体系结构,即构筑了物流系统的多 Agent 模型。

4 结束语

(1) 确定了物流系统仿真研究的基本步骤,具有很好的通用性。

(2) 创建了供应链运营参考模型,包括 5 个基本的供应链过程要素、过程性能评价指标和供应链对象模型。

(3) 给出了实现物流系统仿真的关键技术,创建了物流系统建模标记语言 LMM L,用于描述模型的静态结构,实现数据的通用与共享;利用多 Agent 技术,实现系统活动的动态建模。

参考文献:

[1] Kanakamedala, et al Getting Supply Chain Software Right [J] .The McKinsey Quarterly, 2003 (1) .
[2] Supply-Chain Council Supply-Chain Operations Reference-model [M] . Version 5.0, Pittsburgh, Pennsylvania, 2002
[3] Jon Bosak, Tim Bray. XML and the Second Generation WEB [J] . Scientific American, 1999-05, 89-93