

供需链仿真系统功能评价体系分析

崔琳琳, 柴跃廷

(清华大学自动化系, 北京 100084)

摘要: 针对供需链仿真系统的需求分析与设计问题, 在综述国内外供需链仿真系统功能现状的基础上, 给出评价系统性能的指标体系, 基于该套评价方法对现有主流供需链仿真系统的功能进行评价。提出输入数据的自动提取与建模、将特定的领域知识与随机业务过程相结合的仿真建模技术、针对不同工业自动生成标准报表图形以及仿真实验的自动设计与参数调试功能等, 是仿真系统性能改进的重要方向。

关键词: 供需链仿真; 供需链仿真工具; 功能评价

Analysis of Performance Evaluation of Supply Chain Simulation Systems

CUI Lin-lin, CHAI Yue-ting

(Dept. of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084)

【Abstract】 Based on the state of art on the application of the Supply Chain Simulation System (SCSS), a performance evaluation architecture is brought out. A comprehensive survey on the functionalities of current SCSS is summarized. It points out several important issues on performance improvements of SCSS based on the evaluations: the automated extraction and modeling of the mass input data, the simulation modeling technology on the combination of the domain knowledge and the stochastic business processes, automated generation of the datasheet and charts adaptive to different industrials, the intelligent design of simulation experiments, and the adaptive adjustment of model parameters.

【Key words】 supply chain simulation; supply chain simulation tools; performance evaluation

1 概述

供需链仿真系统是指利用计算机仿真方法建立企业经营管理模型, 模拟企业群体之间的交易过程, 从而辅助企业经营决策的软件工具。仿真建模技术被广泛应用在制造、物流、通信、医疗和军事领域中, 在信息化进程的推进下, 企业信息系统中记录了丰富的业务数据可供分析, 经营决策者希望利用更加准确、直观的工具辅助决策, 咨询人员也希望使用易于和用户沟通的工具来证实解决方案。据调查, 在 2000 年, 美国的科研机构中有 83.3% 使用专业仿真工具, 有 55.5% 的工业企业借助仿真器辅助经营决策^[1], 尤其集中于在制造业、零售业、通信业、医疗和航空等服务业。

我国围绕供需链仿真平台的研究和应用尚处于起步阶段。国外的供需链仿真公司已于近年来登陆上海、北京等城市, 纷纷在中国开展业务, 对尚处于起步阶段的供需链仿真市场进行培训和开拓。

在工业应用方面, 我国学者梁学栋和鞠彦兵等分别给出了基于国外供需链仿真平台 eM-Plant 以及 Witness 开发的钢铁生产线物流仿真模型和机场飞行区管理仿真模型, 并利用这些模型解决实际生产管理问题。

在理论研究方面, 文献[2]从建模、实现和应用的角度综述了供需链仿真的理论依据、关键技术和应用现状, 并指出, 没有适当的建模方法、工具完善程度不足和供需链理论与实际应用脱节等因素制约了供需链仿真研究的深入开展。随后, 研究者开始提出自主研发的供需链仿真平台。文献[3]给出了敏捷后勤系统的结构, 介绍如何用实体流图法设计敏捷后勤系统的仿真模型, 包括总控程序和各实体的事件例程,

并阐述了包括仿真时钟设置、仿真参数设置、仿真运行和结果显示等内容的系统设计与实现过程。文献[4]提出一种供应链仿真系统的设计和实现方案, 指出应用 Flash 技术设计用户界面, 有利于保证系统的灵活性和友好性。

可见, 我国研究人员希望能不仅停留在对国外仿真平台的应用层面, 而且能尝试开发自主知识产权的专业仿真工具。对该问题的研究, 不仅涉及对供需链仿真模型的设计与实现, 而且要求对工具各方面功能需求有系统性的认识。本文系统性总结供需链仿真平台的功能需求和关键技术指标, 提出针对供需链仿真平台的功能评价指标体系, 并应用该体系对现有供需链仿真平台进行综述。

2 关键技术指标及性能评价体系

工具的完善性严重影响着供需链仿真系统的研究和应用。在对工具使用者的调查中发现, 科研机构和工业企业对供需链仿真工具的需求是存在差异的^[1]。科研人员希望仿真工具具有更简便的建模过程, 认为当前仿真工具的不足是模型缺乏灵活性和标准。工业界认为可视性、图形化建模、模型开发和测试的速度是仿真工具最应该具备的正面特征, 而现有工具最应拓展的功能是对调度和优化策略的集成和贯穿场

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划基金资助项目(2006BAH02 A05)

作者简介: 崔琳琳(1980 -), 女, 博士研究生, 主研方向: 供需链管理, 供需链仿真, 企业群体协同; 柴跃廷, 教授、博士、博士生导师

收稿日期: 2008-04-13 **E-mail:** cuill05@mails.thu.edu.cn

景的实验管理,最大的不足存在于昂贵的价格和数据输入问题上。在存在这种多样化需求的情况下,总结一套对软件工具的关键技术指标,并建立性能评价体系,有利于明确系统的研究方向,帮助研究者发现问题并逐步解决。

1998年,Nikoukaran J等人研究了仿真软件的评价标准,强调了仿真工具的有效性不仅和工具本身的性能相关,还与销售服务和客户支持密不可分。他们认为销售服务主要包括充分的文档和稳定的技术支持服务,客户则需要提供完备的行业信息。

2002年Tarnrat W等人研究了仿真工具的选择方法^[5],利用打分机制确定仿真工具各方面性能的权重。在模型的开发和输入方面,图形化建模工具、统计功能、从文本的输入、从工作表格的输入和交互式输入在用户评价中占有最重要的地位。在仿真执行方面,是否支持多次运行、过渡过程确定和速度控制是受到普遍关注的问题。在动画显示方面,客户要求动画输出应该是可开关的。在工具有效性方面,模型验证和仿真过程跟踪被认为最重要的2个问题。在输出方面,允许客户定制输出、并将结果直接导出到Excel或Word指标的分值最高。

另外,随着网络应用深入人心,软件开发模式也正发生变化,面向服务的体系结构(Service Oriented Architecture, SOA)应运而生。为适应网络服务和多领域协同仿真的需要,供需链仿真工具应该具备相当的网络服务能力,这主要表现在模型的网络发布能力和软件构架是否支持远程调用。具体来说,模型的网络发布能力是指将模型信息表达成XML或类似的文件形式,并可以被封装成“服务”的形式为其他应用程序提供有价值的信息。为实现远程调用,软件的构架一般需要将模型、视图和控制算法分而治之,并统一在一种松散的结构下,使其运行具备平台无关性。

本文利用树状图结构(如图1),系统性描述了供需链仿真系统的性能评价体系,并从这些角度出发对现有的供需链仿真工具进行综述和评价。

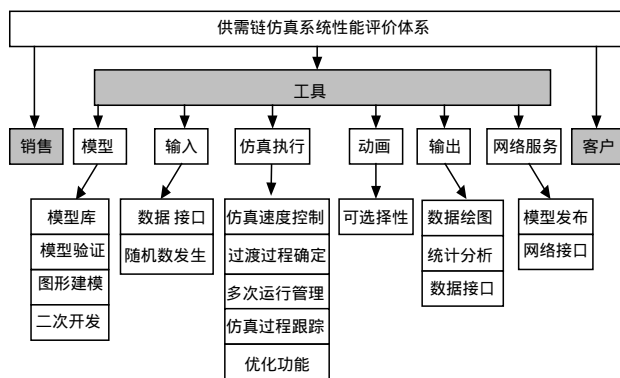


图1 供需链仿真系统性能评价体系

如图中灰色框所示,一个完整的供需链仿真系统,主要由销售(也称仿真工程师)、仿真工具和客户3部分组成。其中,客户是实际问题的拥有者,并具有本行业的领域知识。仿真工程师(问题解决者)掌握着相对通用的问题解决方法和工具。项目的核心任务是通过问题拥有者与仿真工程师的沟通,对实际问题建立系统模型和仿真模型,然后用仿真方法求解。在整个过程中,仿真工具不仅充当仿真运算求解器的角色,而且,在对实际问题进行分析建模以及对问题结果进行阐述和总结时,仿真工具都是问题拥有者和问题解决者之

间的桥梁和沟通工具。

为了突出仿真工具作为沟通桥梁的作用,对其性能的评价体系围绕着仿真平台的界面友好性展开。对于复杂的供需链仿真工具来说,用户界面的友好性表现为很多方面。如在模型方面,模型库内容、是否支持图形建模和二次开发分别从描述能力、描述方式和可定制性的角度评价了仿真工具在建模过程中的用户友好性。而对于仿真过程的控制、跟踪和管理是评价仿真工具在运行过程中是否保持界面友好的关键性能指标。动画显示以及输入输出数据的接口也分别从不同角度考察了仿真工具是否能够直观、便捷地完成与客户和仿真工程师的交流。

3 现有供需链仿真工具功能

从解决问题的侧重不同,可将现有供需链仿真工具分为3类。

(1)基于排队理论的通用性仿真工具,以Arena, Sim Process, ProModel和Extend为代表。这类工具模型库由组成排队网络的基本流程模块和逻辑单元组成。它们虽然使用灵活,逻辑表达能力强,但对用户的专业化程度要求较高。但这些模型库一般支持对于模型的二次开发,因此,有科研机构基于这些语义简单的基础性模型库,专门设计并实现便于描述供需链流程的二级模型库,如IBM的SCS,使用户可以用更为直观的业务流程语言搭建自己的供需链模型。

(2)针对物流设施选址和运输规划等问题的仿真器。它们最大的特点是基于地理信息系统(GIS)并内嵌优化求解器。比如SupplyChainGuru包含了混合整数、线性规划优化能力和具有预测能力的离散事件仿真功能。它应用网络优化方法找到物流设施的最优配置方案,然后使用仿真方法在更为真实的情况下评价、预测和验证这套方案的性能,并进行灵敏度分析。

(3)专门为工厂流水线设计所用的仿真器,解决底层工程的资源和生产调度问题,以AutoMod和FlexSim为代表。这类仿真器专注于对物料流动、排队和资源的建模与分析。它们对模型规模、复杂度或操作规则的详细程度没有很严格的限制,客户可以建立非常复杂、详细和内容丰富的模型。这类仿真工具的另一大特点是具有直观的三维画面,如图2~图4所示,便于用户建立模型和观测仿真运行过程。

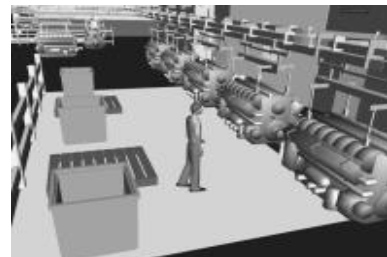


图2 工厂仿真器典型界面1

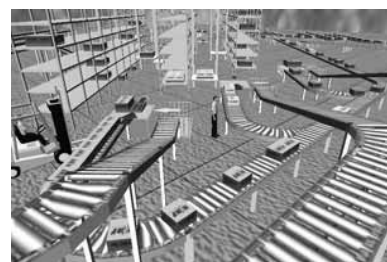


图3 工厂仿真器典型界面2

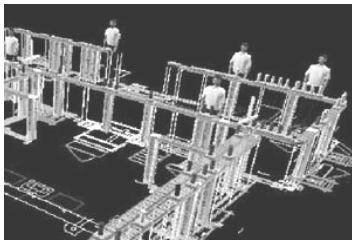


图4 工厂仿真器典型界面 3

上述3类仿真工具虽然侧重解决的问题不尽相同,但工具背后的基本理论和方法都非常相似。在国际上,这些工具无论在科学研究还是在实际工业中都有着广泛的应用,发挥着重要的作用。本文筛选了国际上流行的17种供需链仿真工具,在前述性能评价体系下对其各方面的功能进行总结,如表1所示。其中,G代表通用模型库;M代表制造业模型库;SC代表供需链模型库。

表1 供需链仿真工具

名称	模型库	模型验证	图形建模	二次开发	数据库接口	Excel/Visio输入接口	仿真速度控制	过渡过程确定	多次运行管理	仿真过程控制	优化功能	动画	数据绘图	统计分析	Excel/Word输出接口	模型发布	网络应用接口
AutoMod	G		Y					Y	Y		Y	Y		Y			
Extend	G		Y	Y	Y			Y	Y		Y	Y		Y			
FlexSim	G		Y			Y	Y		Y	Y	Y				Y		
ProModel	M		Y	Y	Y	Y			Y	Y	Y	Y		Y			Y
SimProcess/SimScript	G		Y	Y	Y	Y			Y							Y	Y
SIMUL8	G		Y	Y	Y		Y	Y	Y	Y	Y			Y			
Witness	G		Y	Y	Y	Y				Y	Y	Y					Y
AnyLogic	G		Y						Y		Y	Y		Y			
e-SCOR/webSCOR	SC		Y						Y								Y
SCGuru	SC		Y		Y				Y	Y	Y			Y			
MAST	M		Y		Y	Y								Y	Y		
SimCAD Pro	G		Y		Y	Y			Y	Y				Y	Y		
eM-Plant	M		Y								Y	Y					
GoldSim	G		Y		Y				Y					Y			
Micro Saint	G		Y			Y			Y	Y				Y	Y		
ShowFlow	G		Y		Y				Y		Y			Y	Y		
SCBuilder	SC		Y		Y				Y					Y			

由表1可知,图形化建模、动画显示、仿真输出数据统计分析、输入数据接口和 what-if 分析是几乎所有仿真工具都具备的基本功能。实际上,这5种功能也是最能体现仿真方法的优越性所在:图形化建模与动画显示功能构筑了友好的人机界面,使问题拥有者可以直观地与仿真工具进行沟通;数据输入接口有助于模型实现自动数据导入功能,使建立仿真模型的过程更加便捷;输出数据分析功能使仿真运行产生的大量数据得到分析和利用,并为用户提供具有启发意义的实验结果;what-if 分析是通过改变模型参数反复运行仿真获得定量结果的过程,它可以帮助用户非常方便地评估解决方案的鲁棒性。

总体而言,在仿真控制方面,对于过渡过程的计算、仿真过程的跟踪和监控方面的技术还欠成熟,只有少数仿真工具具备这方面的基本功能。在数据接口方面,虽然大部分工具都支持和各种数据库之间的数据传输,但对于 Office 办公软件的支持,还显得力度不足。模型的验证工作是所有供需链仿真工具中最为缺乏的。目前,这部分工作基本都由仿真工程师和企业技术人员来凭经验和测试完成,工具本身并不具备自动验证模型合理性的功能。现有仿真工具对网络应用的支持还尚显不足,尤其是模型的网络发布能力。这其中的原因是多方面的,但缺乏一个针对行业的过程模型标准是其主要原因之一。

4 结束语

本文在综述国内外仿真工具应用现状的基础上,以突出仿真系统作为沟通桥梁和交流平台的作用为指导思想,提出一套针对供需链仿真系统的性能评价体系,基于这套指标体系对现有主流供需链仿真工具的功能进行归纳和总结。

仿真软件的研发一直致力于使仿真方法更加简便地应用

于实际生产经营,这涉及到诸多方面的问题,如工程问题定义、建模细节层次的确定、模型验证、输入参数的概率分布选择、仿真实验的设计和分析以及仿真项目管理。由于实际生产中的供需链仿真问题往往是海量数据驱动的,因此输入数据的自动提取与建模是增强仿真工具可用性的重要技术改进方向。另外,如何更快、更准确地对随机过程问题建立图形化模型,尤其是将特定的领域知识与随机的业务过程相结合的仿真建模技术,也是未来仿真工具需要突破的。仿真实验的自动设计与参数调试功能可使问题拥有者专注于对仿真模型信息的学习和输出数据分析,针对不同工业自动生成标准的报表、图形也是提高仿真工具可用性的突破点。

参考文献

- [1] Hlupic V. Simulation Software: An Operational Research Society Survey of Academic and Industrial Users[C]//Proceedings of the 32nd Conference on Winter Simulation. San Diego, USA: [s. n.], 2000.
- [2] 任常锐,柴跃廷,刘义.供需链仿真技术的发展现状与趋势[J].计算机集成制造系统,2004,10(2): 2-7.
- [3] 朱卫锋,费奇.敏捷后勤仿真系统设计与实现[J].计算机仿真,2003,20(6): 4-7.
- [4] 邓小瑜,赵亚玲.一种供应链仿真系统的设计与实现[J].企业技术开发,2005,(8): 11-13.
- [5] Tewoldeberhan T W, Verbraeck A, Valentin E. An Evaluation and Selection Methodology for Discrete-event Simulation Software[C]//Proceedings of the Winter Simulation Conference. San Diego, USA: [s. n.], 2003.