

供应链智能仿真与建模

赵敬华 孙绍荣 著



科学出版社

供应链智能仿真与建模

赵敬华 孙绍荣 著

教育部人文社会科学研究青年基金项目“基于本体的动态供应链多 agent 分布仿真建模”(项目编号: 14YJCZH218);

上海市高原学科(项目编号: 1201);

国家自然科学基金“行为管理制度漏洞治理设计工程化方法研究”(项目编号: 71171134);

上海高校青年教师培养资助计划(项目编号: 10-15-303-801)

资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

在动态环境下或临时组建的供应链中,需要实时的、跨企业的联合生产调度优化技术,本书提出用基于本体和 Multi-Agent 的分布仿真优化。利用本体和 Multi-Agent 建模的相关理论、方法和技术,研究供应链联合生产调度分布仿真建模技术与方法,解决仿真建模中的知识共享、模型重用、一致性检验等问题。包括:提出一个基于本体的 Multi-Agent 的供应链分布式仿真体系架构;构建出基于 Agent 的供应链分布式仿真平台的通用本体结构;研究供应链仿真的领域本体和应用本体的构建方法;利用本体的一致性、有效性和完备性的检测技术和方法论研究分布仿真建模的一致性、有效性、平台与仿真模型的相融性等检测实现技术;研究分布式仿真建模中的知识共享与协作、相互控制机制,并进行实验验证;在多次建模实验的分析基础上,完善供应链仿真中的本体应用理论,构建分布仿真建模的系统理论。

本书适合于有一定供应链仿真建模基础的相关研究领域的研究人员及爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

供应链智能仿真与建模/赵敬华,孙绍荣著. —北京:科学出版社,2017.3
ISBN 978-7-03-051995-5

I. ①供… II. ①赵…②孙… III. ①供应链管理-计算机仿真-研究
IV. ①F252.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044082 号

责任编辑:魏如萍 陶 璇/责任校对:桂伟利

责任印制:张 伟/封面设计:无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 3 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017 年 3 月第一次印刷 印张:8

字数:162 000

定价:50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

供应链管理对于提高企业绩效有深远的影响。目前,供应链管理已成为大规模生产产品的主要管理模式,但在动态市场环境下供应链的跨企业生产协调一直是一个难题。近几年的研究实践表明,基于 Multi-Agent 的供应链的生产仿真 是供应链协同决策和优化的有效手段,但同时又遇到了供应链 Multi-Agent 仿真建模涉及因素多、建模难度大、模型庞大、错误多且不易发现等难题。因此如何高效而正确地建立供应链的 Multi-Agent 仿真模型具有重要意义。本书从动态供应链仿真建模的视角出发,在相关研究文献综述的基础上,研究应用本体技术进行供应链仿真建模,然后转换成 Multi-Agent 仿真模型技术,从而代替直接进行 Multi-Agent 仿真的方法,以有效解决 Multi-Agent 建模的知识重用、易扩展、易一致性检验等问题,以提高 Multi-Agent 仿真建模的效率和有效性。本书采用理论研究和实验研究相结合的研究方法,对应用本体进行 Multi-Agent 供应链仿真建模等展开深入系统的研究。本书的主要工作或创新点包括以下几点。

(1) 提出了应用本体技术进行供应链仿真建模的二维框架模型。分析了供应链仿真建模的需求、本体建模和 Multi-Agent 仿真建模的适应性等。针对仿真建模的多粒度需求、易扩展和知识可重用的要求,提出了基于本体的供应链仿真建模的两维度框架。

(2) 对供应链仿真建模的两维度框架的顶层本体进行建模研究。在确定顶层本体要脱离具体行业的供应链知识的范畴基础上,按照整体架构的纵向维度层次逐一进行顶层本体建模,包括供应链顶层本体建模、企业层顶层本体建模和操作层本体建模。

(3) 针对领域本体的产生、优化和维护的生命周期过程,对供应链建模中的领域层的本体建模相关技术进行研究。根据供应链本体仿真建模的两维框架对领域层的需求,首先提出领域本体构建过程和方法;其次提出基于概念两层相似测度技术的本体相似度计算模型,以支持领域本体融聚、耦合等优化技术;最后给出领域本体维护 and 进化的相关技术和管理方法。

(4) 对基于 Multi-Agent 的供应链仿真软件平台中的相关知识进行本体建模。在提出构建基于 Multi-Agent 的供应链仿真软件平台的通用框架基础上, 归纳了构建基于 Multi-Agent 的供应链分布式仿真平台需要解决的关键问题。在此基础上, 应用 Protégé-OWL 工具设计软件平台的本体库, 给出了本体库构建的详细过程。以支持供应链 Multi-Agent 仿真软件平台构建的需求。

(5) 对书中的基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模技术进行实例分析。在介绍一个抽象的三级供应链的基础上, 把它细化到部门级粒度, 并抽取这个供应链中的一个生产加工流程。结合本体建模的方法, 运用本体进行仿真建模, 最后把建模后参数输入“MYSYSTEM”平台, 实现仿真实验分析。仿真结果正确, 说明基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模方法正确可靠。

本书研究了应用本体进行供应链 Multi-Agent 仿真建模的整套技术和方法, 其能提高供应链的 Multi-Agent 仿真建模的有效性和效率, 也能为利用本体的相关技术进行供应链建模中的错误识别和一致性检验提供良好基础。

本书在以下三个方面具有创新: ①为满足仿真建模的多粒度、易扩展、可重用、便于一致性检验等需求, 提出基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模的二维度框架。②针对领域本体建模优化需求, 提出基于概念语义相似测度技术的本体相似度计算模型。③对供应链 Multi-Agent 仿真软件平台的相关知识进行本体建模, 为仿真软件的实现提供基础。

本书受益于以下科研项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目“基于本体的动态供应链多 agent 分布仿真建模”(项目编号: 14YJCZH218)、上海市高原学科(项目编号: 1201)、国家自然科学基金“行为管理制度漏洞治理设计工程化方法研究”(项目编号: 71171134), 以及上海高校青年教师培养资助计划(项目编号: 10-15-303-801)。

赵敬华

2016年12月30日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 选题背景及意义	1
1.2 供应链动态建模目标和方法	5
1.3 本书研究框架、结构体系	7
第 2 章 本体技术及相关理论基础	10
2.1 本体技术及相关理论	10
2.2 Multi-Agent 系统理论、技术及其供应链建模	19
2.3 供应链仿真建模	22
2.4 本章小结	28
第 3 章 基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模的总体框架	30
3.1 供应链仿真建模需求分析	30
3.2 本体技术用于供应链 Multi-Agent 仿真建模的特点分析	34
3.3 基于本体的供应链仿真建模架构	36
3.4 本章小结	40
第 4 章 供应链 Multi-Agent 仿真顶层本体建模	42
4.1 供应链层的本体建模	43
4.2 企业层的本体建模	46
4.3 部门层的本体建模	51
4.4 操作层的本体建模	53
4.5 本章小结	58
第 5 章 供应链 Multi-Agent 仿真领域层本体建模	59
5.1 领域本体构建	59
5.2 针对领域本体合并和优化的本体相似度计算模型	63
5.3 领域本体的维护和进化	70
5.4 本章小结	77

第 6 章 供应链 Multi-Agent 仿真系统层本体建模.....	78
6.1 基于 Multi-Agent 的供应链分布式仿真平台框架.....	78
6.2 Agent 通信信息本体.....	83
6.3 Multi-Agent 系统仿真平台本体建模.....	86
6.4 本章小结	90
第 7 章 案例分析	91
7.1 案例介绍	91
7.2 拟仿真案例本体构建过程	92
7.3 分布仿真的计算机网络环境.....	107
7.4 仿真结果	108
7.5 本章小结	110
第 8 章 结论与展望	111
8.1 结论	111
8.2 研究展望	113
参考文献	114

第1章 绪 论

1.1 选题背景及意义

1.1.1 研究背景

1. 供应链仿真建模中存在的问题

全球市场的一体化发展、竞争的加剧,用户对产品需求的个性化和多样化,日渐缩短的产品生命周期,以及顾客对产品期望值的增加迫使企业必须以最快的速度、最准确的时间将产品或服务送到客户指定的地点。在发达国家中,生产企业内部的管理趋于完善,继续提高管理水平虽能带来一定的效益,但更大的机会来自供应商和销售商的相互协调和配合。同时,为了增强竞争优势,企业纷纷将生产经营活动集中在自己的核心业务上,而将其他活动交给其他企业处理。在这种环境下,密切供应商、制造商和销售商之间的关系,共同合作将有可能极大地增强合作者的竞争优势,从而获得更大的利益。因此,生产企业不仅关心内部的生产管理,同时也重视与供应商和销售商的相互协调。许多研究人员在研究生产企业管理的同时,也考虑了供应商和销售商的情况,把供应商、制造商和销售商作为一个系统来考虑,即所谓的供应链。供应链概念被提出之后,引起了广泛的重视,供应链管理也被作为企业之间资源整合与管理的一项重要内容。它是为适应市场全球化和客户需求多样化而产生的一种管理技术,它强调供应链上各企业及其活动的整体集成,从而可更好地协调供应链上各企业之间的关系,有效地协调和控制供应链上物流、信息流、价值流,保持灵活和稳定的供需关系,使整个供应链上企业效益最大化(梁浩等, 2005)。供应链管理被定义为方法的集合,用以有效地集成供应商、制造商、分销商、零售商,准时向顾客提供最有竞争优势的产品(Zhang C and Zhang C H, 2007; Reddy and Rajendran, 2005)。供应链管理的基本思想就是系统性及系统化管理(杨晓春和于戈, 2001),即企业不再是孤立的个体,而是通过采购、生产、配送和销售等各个环节中的信息流、物流和资金流而组成一个统一的整体,充分利用外部资源,进行

资源的优化配置以获得单个企业个体所不具备的竞争优势。

供应链不同于企业内部网络,供应链是由分布式的、自主决策的实体组成的,是一种复杂的网络系统,这些方面都涉及相应的决策问题,供应链决策是一个复杂的过程,包括供应链网络的大规模特性、决策过程存在着层级结构、各种输入和运作的随机性、供应链单元之间动态交互特性。对供应链进行建模和分析来获取对系统复杂性的更好的理解,并且通过建模和分析来预测系统的绩效在系统设计阶段非常关键,同时可以对系统管理提供非常有价值的策略和方案。所以对供应链建模的需求不断地增长,国内外大量的专家和学者采用仿真建模的方法研究供应链决策问题已持续了很长时间,并且存在大量的仿真研究的案例,包括基于过程的仿真建模方法(Ozbayrak et al., 2007)、基于系统动力学的仿真建模方法(Gooley, 1997)、基于 Petri 网的仿真建模方法(林勇和马士华, 1998; 张涛和孙林岩, 2006)等众多的供应链解决方法,但这些方法主要是为集中仿真建模服务,从整个供应链来看,在供应链运作相对稳定,并具有准确的长期、中期和短期计划的前提下,均达到了一定的适用性。由于供应链实体之间复杂的交互过程和复杂的多层次的结构,一旦需求出现剧烈波动,或临时的计划变动,在动态环境中,企业就会无所适从。例如,一个正在按计划运作的供应链,如果核心企业需要临时、紧急增加一批其他型号产品生产,就可能使其供应商面临是继续生产正在生产的产品还是生产紧急产品的决策难题:如果立刻停止原来的生产转而生产紧急产品,就可能增加换装备、重新调度资源的成本费用;如果继续完成正在生产的批次,之后再生产紧急产品,就可能不能按时间要求完成紧急产品。在这种情况下,企业为了自己的利益,往往会采用更安全的策略,为自己保留更多的安全空间(更多的预留时间),不一定使供应链达到优化。而在多级或网状结构的供应链中,涉及企业众多,还受到开发供应链模型的方法的限制,加大了这个问题的难度。再加上原有的这些供应链仿真模型开发周期长,模型的可重用性差,缺乏柔性,跟不上供应链动态变化的需要,特别是缺乏统一的建模框架,工程应用性差。因此需要建立一种供应链仿真建模方法来克服上述问题,如使用通用的相关供应链组件,可以快速地根据具体应用组合成一个客户化的应用模型,模型可以有更好的可复用性等。

2. 基于 Multi-Agent 的分布仿真是优化多企业生产调度的有效手段

传统的仿真常是集中式的仿真,即所有企业的调度方案集中到一台计算机的仿真平台中仿真,这种仿真的软件和平台众多,建模方法相对成熟,如 SIMPROCESS、ESCA、CSCAT 等(Kazemi et al., 2009; Lee et al., 2002)。但在建立动态供应链生产调度全局优化方案中,采用这种仿真,必须要求供应链中的所有企业的生产任务和生产资源全部共享,但基于 1.1.2 小节可知,实现供应链所有企业的完全集成不现实,也不能得到集中仿真所要求的所有细节信息(Labarthé

et al., 2007), 而分布仿真能有效地解决这个问题。

基于 Multi-Agent 的仿真, 本身是一个分布仿真应用, 其分布区域不局限于企业内部的局域网内, 可以通过互联网实现跨企业的仿真应用。同时, Multi-Agent 具有智能性和移动性, 能提高仿真平台的能力, 使仿真更接近现实情况。因此, 目前对基于 Multi-Agent 的分布仿真的研究已成为热点。例如, 在国际上, 软件平台“Swarm”“Repast”已是非常著名的仿真平台(Choi et al., 2001; Surana et al., 2005), 这些平台通过进一步建模与功能扩展就可以实现供应链的生产仿真; 在国内, 同济大学研究小组(Pathak et al., 2007)构造了一个专用于供应链生产运作的基于 Multi-Agent 的分布仿真平台。

在基于 Multi-Agent 的供应链生产调度仿真中, 每个企业都有属于自己企业的 Agent 仿真组, 这些 Agent 运行在企业内网的服务器上, 负责仿真本企业的生产调度计划, 同时网络中存在一些专用 Agent 与供应链的其他企业进行交互, 以仿真企业间的物流和信息流交互情况。各个企业按照自己的任务和生产资源建立自己企业部分的初步生产调度方案(各个企业各自独立仿真建模), 并放到自己企业的 Multi-Agent 组中, 而所有企业 Agent 通过互联网形成一个大的分布仿真平台, 在这个大平台中, 统一仿真供应链中各企业的生产调度计划, 然后评估仿真结果(仿真结果中企业内部的、企业之间的订单完成时间和库存情况等), 若不满意则各企业分别调整生产计划, 循环直到满意(Yoo et al., 2010)。

3. 用本体进行 Multi-Agent 的分布仿真建模优势分析

在进行跨企业生产调度的分布仿真前, 所有参与仿真的企业需要各自独立地建立起自己部分的仿真模型, 这些模型必须具有一致性以便一起联合仿真。因此, 分布仿真需要独特的仿真建模技术, 这种建模技术要求: 具有充分表达领域知识的能力; 全面涵盖系统开发所需要的全部知识要素; 有利于利用知识完成语义推理, 验证知识的一致性; 便于仿真建模中的知识共享和互操作; 便于知识的维护和管理; 便于计算机理解和实现等(Longo and Mirabelli, 2008)。

20 世纪 70 年代, Agent 的概念出现于分布式人工智能中, 并在 80 年代后期发展起来。一般将 Agent 描述为一种能作用于自身和环境并对环境能做出反应的抽象实体, 是将知识和使用它的一组操作或过程封装在一起而得到的一个实体, 具有特定的结构和属性。作为自治对象, Agent 之间可通过消息互相通信。Multi-Agent 技术是由分布在网络上的多个 Agent 松散耦合而成的大型复杂系统的技术。多个 Agent 相互作用以解决复杂的问题, 这往往是依靠单个 Agent 的能力和知识无法处理的。它研究的是一组自治 Agent 的行为协调问题, Agent 协调模型利用 Agent 具有协调解决问题的能力来完成任务, 即这些 Agent 如何协调它们的知识、目标、技巧和规划, 联合起来采取行动或求解问题。Multi-Agent 系统中, 不同 Agent 之

间或 Agent 与环境之间需要信息的交互,以便进行协商与协作,共同完成任务。

本体 (Ontology) 的概念最初起源于哲学领域 (林琪和李智, 2007)。近年来,本体主要作为领域内部不同主体之间实现对话、互操作和共享的一种语义基础,也就是由本体提供一种共识。本体需要在理论上研究怎样合理地表示现实世界中的客观和抽象知识,包括概念和概念分类、确定概念之间的关系类型,其特点主要表现在概念模型、明确性、形式化和共享性。因此,本体能为不同个体之间的通信提供共同的数据基,澄清领域知识的结构,从而为知识表示打好基础。特别是本体可以重用,以避免重复的领域知识分析,这样当构造基于知识的系统时,用已有的本体作为起点和基础来指导知识的获取,可以提高速度和可靠性 (刘炜和刘宗田, 2004)。本体概念已经应用于软件领域,OWL (ontology web language) 是表示本体的一个万维网联盟 (W3C) 规范,OWL-DL 语言是本体表示语言的一个变种,它组合了描述逻辑、形式逻辑和 webservices 标准,OWL-DL 本体对应于描述逻辑的知识基。采用 OWL-DL 可以对具体领域内的数据信息进行语义注释和描述,并利用描述逻辑和推理引擎验证领域知识的一致性。特别地,在构建 Multi-Agent 系统时,本体技术能够解决不同角色 Agent 之间的协商与通信问题,即利用各 Agent 可理解的形式化描述进行通信,并支持语义一致性。因此,用本体构建的供应链仿真模型,可以在 Multi-Agent 仿真平台中很好地使用,两者建模具备很强的兼容性。

1.1.2 研究意义

较以往供应链仿真建模研究方法不同,本书采用本体和 Multi-Agent 技术相融合的方法,来解决动态环境下供应链仿真建模的问题,并在自行构建的仿真平台上进行本体建模及仿真实验验证,这具有重要的研究意义。

针对供应链的复杂性、随机性和动态性,本书将本体理论和 Multi-Agent 的分布式仿真引入供应链研究中,提出了一种本体和 Multi-Agent 的供应链仿真建模方法。在该建模方法的基础上,针对供应链本体建模需求,构建了基于本体和 Multi-Agent 的供应链建模体系架构,解决了构建该模型需要解决的几个关键问题,包括供应链层次本体建模描述、领域本体建模方法、供应链仿真平台本体建模等。用本体进行分布仿真建模可以在两个方面实现知识共享与重用:①Multi-Agent 仿真平台的构建者和使用者能互相理解、协同工作;仿真的行业建模者和具体问题的仿真建模者可以更好地理解仿真平台里面已有的知识体系;具体问题的仿真建模者也能很好地利用、扩展和理解行业建模的知识体系,从而构建具体的仿真模型。②参与联合的供应链上下游企业的建模者能最大化地实现知识共享与理解,从而使这些建模者构建的模型达到一致。

从实际应用价值来看,动态环境下,供应链调度优化过程是一个复杂的、随机的、多目标的、动态的调度问题,不同于单个企业的生产调度。环境动态复杂,

规模大,生产任务和资源的信息不可能完全共享,因此传统的生产调度排程系统和集中仿真方法都不能很好地解决该问题,而基于 Multi-Agent 的分布仿真可以满足动态环境下供应链调度优化需求,因此该项目研究成功,对目前动态供应链运作协同调度将具有巨大的意义。

从理论方面来讲,以往供应链仿真建模研究主要从集中仿真应用出发,在语义一致性检验、可重用性和互操作性以及知识共享等方面的表现明显不足。本书将本体思想引入仿真建模领域,使形成的仿真建模方法能有效克服上述缺点,这不但是解决供应链分布仿真、联合仿真的必要手段,也为集中仿真建模提供了有效的方法,在一定程度上丰富了供应链仿真建模理论体系。

1.2 供应链动态建模目标和方法

1.2.1 研究目标

从上述背景可以看出本体和 Multi-Agent 分布仿真实理论对供应链管理仿真建模研究的重要性和必要性,因此本书的研究思路和目标如下。

(1) 建立基于本体和 Multi-Agent 的供应链本体模型的系统架构。在进行动态供应分布式仿真建模前,所有参与仿真建模的企业和部门都需要各自独立地建立起自己部分的仿真模型,而这些仿真模型必须具有一致性,且具有充分表达领域知识的能力,全面涵盖系统开发所需要的全部知识要素;有利于利用知识完成语义推理,验证知识的一致性;便于仿真建模中的知识共享和互操作;便于知识的维护和管理;便于计算机理解和实现等。只有这样才能够真正解决供应链建模中存在的问题,因此建立基于本体和 Multi-Agent 的供应链本体模型的系统架构并给出供应链结构模型的本体描述是目前急需解决的问题。

(2) Multi-Agent 系统和本体建模技术相融合的研究。本体和 Multi-Agent 技术分别属于两个不同的研究领域,本体可对现实世界用类和关系加以描述,通过类、子类和实例等构建具有继承性、层次结构的知识体系,具有可重用性和可扩展能力。一个本体可以对一个 Agent 或 Agent 群体的概念和关系进行描述,即形成规定 Agent 主体的特点、功能和活动领域的词汇表,以及 Agent 之间关系的规范,也就定义了一个 Agent 主体。用本体定义对 Multi-Agent 之间的通信信息、结构和内容进行描述,保证用本体构建的供应链仿真模型和 Multi-Agent 仿真平台的兼容性。

(3) 领域本体建模方法论和供应链顶层本体分层建模研究。进行基于本体和 Multi-Agent 的供应链仿真建模首先要解决的问题是建模供应链通用本体模型,该模型与 Multi-Agent 系统相结合,供应链能够使供应链建模的过程更为一般化,解

决这个问题的首要问题就是研究领域本体的建模方法,而通过供应链顶层本体分层建模研究,利用本体描述语言描述供应链仿真建模领域的语义信息,形成仿真建模领域的标准化术语,不但降低了分布建模的难度,提高了仿真建模的知识复用程度,也有利于模型的一致性检验和处理。

(4) 基于本体和 Multi-Agent 的供应链分布式仿真平台建模研究。在对分布式供应链仿真平台结构描述基础上,完成对仿真软件平台的本体建模。通过可视化的方式分析供应链运作情况,以支持供应链管理与决策。仿真平台能否达到预期的效果、还存在哪些不足等问题都需要通过实例进行验证,以达到完善。

1.2.2 研究方法

本书采用理论研究和实验研究相结合的方法,在撰写本书的过程中,充分考虑到个人的能力和局限性,特别是个人知识的结构和范围,尽可能在开发过程中不断地扩展相关文献阅读,并和相关研究领域的专业人士进行探讨,以构建出高质量的供应链本体架构,并随时分析开发和应用过程中暴露出的错误和缺陷,不断地进行修正和完善,并最终通过实例仿真建模验证。本书的技术路线如图 1.1 所示。本书的研究工作拟从前期研究基础与文献资料分析出发,分析动态环境下供应链仿真建模的研究现状,提出本书所需研究的科学问题,通过对提出的问题的理论分析和系统设计两个阶段,提出基于本体和 Multi-Agent 的供应链仿真建模系统架构以及由此衍生的分层本体建模,给出领域本体建模方法和基于 Multi-Agent 的供应链仿真平台本体描述,最后给出实例仿真建模予以验证,并对研究成果进行总结。

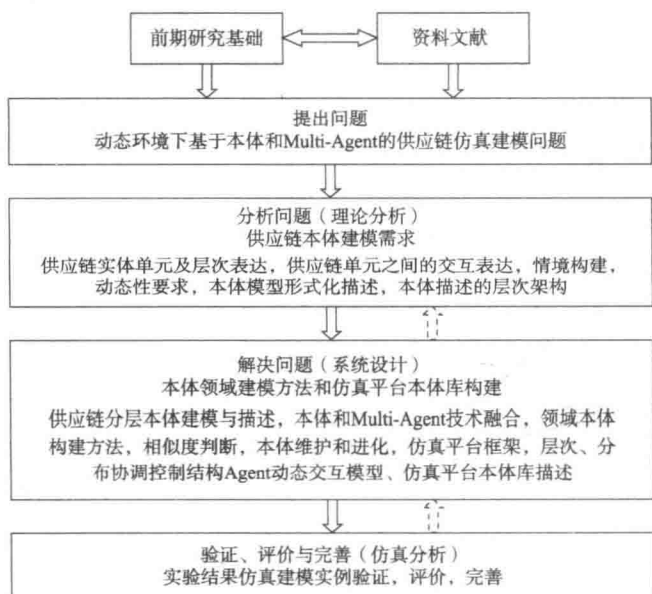


图 1.1 本书的技术路线

1.3 本书研究框架、结构体系

1.3.1 研究框架

本书引入本体建模理论,以建模的统一化和标准化为目标,实现供应链仿真建模的灵活性和重用性。本书研究框架如图 1.2 所示。首先,进行动态环境下基于本体和 Multi-Agent 的供应链分布式仿真建模研究,需要解决该研究所涉及的相关理论和技术问题,因此对本体理论及相关技术、Multi-Agent 系统与分布式仿真理论和技术进行综述和分析,为后续的供应链建模以及仿真平台构建、实现及应用提供理论和技术支持。其次,根据供应链本体建模需求,在相关理论支持下,提出基于本体和 Multi-Agent 的供应链仿真建模系统架构研究,并在此基础上,研究基于供应链运作参考模型(supply-chain operations reference model, SCOR)的供应链顶层本体建模,提出领域本体构建方法,分析仿真平台的本体建模需求,提出适合于仿真平台的本体库构建方法。最后,对提出的建模方法以及构建的仿真平台进行实例验证和分析,总结研究成果,并指出本书的不足之处和下一步的研究方向。

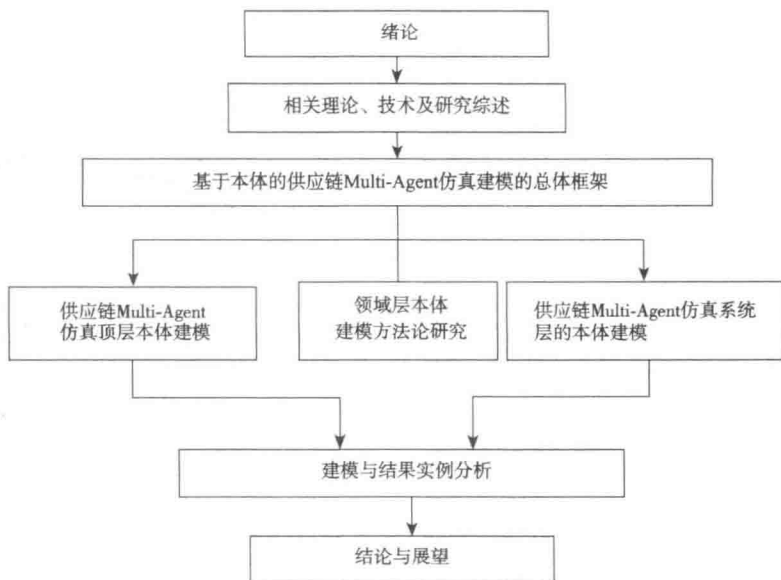


图 1.2 本书的研究框架

1.3.2 结构体系

本书在相关理论分析、研究综述的基础上,首先,提出一种基于本体和 Multi-Agent 系统的供应链仿真建模系统架构;其次,在此系统架构的基础上参考 SCOR 模型给出分层本体建模,并提出领域本体构建方法;再次,研究基于 Multi-Agent 的供应链仿真系统的本体描述模型,构建仿真平台本体库,并在实验室实现该仿真平台,并通过实例对其进行验证和分析;最后,总结全书并明确进一步研究的方向。

根据研究框架,本书共分为八章,具体内容安排如下。

第 1 章为绪论。首先,简要介绍本书的选题背景及课题来源;其次,确定本书研究的目标,并指出研究意义;再次,说明本书所采用的研究方法和技术路线;最后,提出本书的研究框架、内容及章节安排。

第 2 章为本体技术及相关理论基础。首先,介绍本体相关技术理论,对本体技术研究领域热点、本体相关技术理论研究进展进行分析总结;其次,对 Multi-Agent 系统理论、技术及其在供应链研究中的应用进行综述;再次,对供应链仿真建模方法基于 Agent 的供应链仿真平台进行综述;最后,分析已有研究存在的问题和不足,确定本书的主要内容。

第 3 章为基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模的总体框架。针对供应链跨企业生产协同计划和调度的需求的 Multi-Agent 仿真需求,分析本体建模和 Multi-Agent 仿真建模的适应性,并在此基础上提出本体针对 Multi-Agent 的仿真建模的整体框架。

第 4 章为供应链 Multi-Agent 仿真顶层本体建模。在基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模整体架构的基础上围绕顶层本体构建展开研究,先分析以顶层本体为基础构建领域本体的意义,再按照整体架构对纵向维度进行顶层本体层次建模,包括供应链顶层本体描述、企业层顶层本体描述和仿真平台运作层顶层本体建模等。

第 5 章为供应链 Multi-Agent 仿真领域层本体建模。在第 3 章基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模的总体框架的基础上实现领域层本体建模的研究,先参照本体构建原则给出一套完整的领域本体构建流程,然后根据领域本体研究现状给出基于本体相似度的不同领域本体合并和优化的计算方法,最后给出领域本体维护和进化的研究方法。

第 6 章为供应链 Multi-Agent 仿真系统层本体建模。首先,给出基于 Multi-Agent 的供应链分布式仿真平台体系结构,详细阐述仿真平台四层框架和层次、分布协调控制结构,归纳出构建基于 Multi-Agent 的供应链分布式仿真平台需要解决的关键问题。其次,在此基础上,设计适合于本应用领域的本体库构建方法。最后,

介绍在构建过程中如何利用 Protégé-OWL 的 Reasoner 识别出现的不一致问题。

第 7 章为案例分析。在介绍一个抽象的三级供应链的基础上,把它细化到操作层粒度,并抽取这个供应链中的一个生产加工流程。结合本体建模的方法,运用本体进行仿真建模,最后把建模参数输入“MYSYSTEM”平台,实现仿真实验分析。若仿真结果正确,说明基于本体的供应链 Multi-Agent 仿真建模方法正确可靠。

第 8 章为结论与展望。总结全书研究成果,并根据研究不足明确进一步的研究方向。

第2章 本体技术及相关理论基础

根据第1章给出的本书研究背景,结合本书的研究重点,本章对与选题密切相关的几个理论、技术进行分析,并对其研究现状展开描述。不仅为后续章节研究奠定了理论和技术基础,也有助于对后续章节内容的理解。首先,介绍本体相关技术及理论内容,结合本体概念,对目前本体技术应用研究领域进行分析总结,然后对本体相关技术进行介绍,包括本体建模元语、本体描述语言、本体分类以及本体论和由此而衍生的语义 Web 技术。其次,介绍 Multi-Agent 系统理论和技术,明确 Agent 的概念、体系结构、Multi-Agent 系统的概念与特点,并对基于 Multi-Agent 系统的供应链研究进行展开,明确基于 Multi-Agent 的分布式仿真是一种研究复杂系统的有效方法,它得到了广泛应用。本书也是基于本体和 Multi-Agent 的供应链仿真建模研究,重点研究动态环境下,基于本体和 Multi-Agent 的供应链层次本体建模。最后,对供应链仿真建模方法进行介绍,指出当前情况下供应链仿真建模知识共享性、动态性、一致性方面的不足,确定本体和 Multi-Agent 技术相融合后对供应链进行仿真建模的优越性和必要性。

2.1 本体技术及相关理论

2.1.1 本体的概念

本体的概念来自哲学领域。哲学中“本体”的定义为“对世界上客观存在物的系统的描述,即存在论”(彭春光等, 2009; Chatfield et al., 2007; Huang and Liu, 2008; Ozbayrak et al., 2007),是客观存在的一个系统的解释或说明,关心的是客观现实的抽象本质。最早引入本体概念的是人工智能(artificial intelligence, AI)领域。人工智能引入本体是为了解决知识表示和知识组织方面的有关问题。其概念的内涵逐渐发生了改变。人工智能领域中, Neches 等(1991)最早给出了本体