

## 摘要

虚拟企业被认为是 21 世纪最有竞争力的企业运行模式，是一个以市场机遇为主要驱动力的组织。由于虚拟企业一般具有异地分布性、信息不对称性、利益的多主体性以及组织运行模式的松散性，其间的冲突是不可避免的。因此，有效地实现虚拟企业的冲突消解是其能够正常运作面临的关键问题。本文详细分析了虚拟企业中冲突产生的原因及分类，制定了相应的冲突消解策略，并结合企业的实际运作，开发原型系统，指导企业实践。主要研究内容如下：

第一章主要阐述了虚拟企业的概念及涵义，同时也论述了 Agent 技术的概念及特征，分析了其通信机制和体系结构，总结了应用 Agent 技术的优点，简单介绍了 CORBA 技术以及如何在虚拟企业运行系统中应用。最后给出了全文研究的主要内容及研究意义。

第二章在总结 Multi-Agent 技术的特征，分析 Multi-Agent 技术研究的主要问题的基础上，对建立在基于 Multi-Agent 集成框架基础上的虚拟企业形成过程进行了分析论述，提出了一个虚拟企业构建模型。

第三章首先引出了冲突的概念及内涵，阐明了虚拟企业冲突产生的客观条件是其成员之间的相互依赖性，然后分析了虚拟企业冲突的一般原因；讲述了冲突的发展过程；最后说明了虚拟企业冲突的分类。

第四章首先说明了虚拟企业冲突消解的必要性，然后对常用的冲突消解方法进行了探讨，在此基础上建立了一种虚拟企业冲突消解模型，将冲突的消解分为：冲突预防、冲突检测、冲突归档、冲突消解、冲突管理五个部分。

第五章首先说明了建立虚拟企业冲突消解系统所用的技术与软件，然后列举了系统的主要模块与工作界面，最后举了一个具体的实例进行了冲突消解的实现。

**关键词：**

虚拟企业，冲突，Multi-Agent 系统，协商，移动 Agent

## ABSTRACT

Virtual Enterprise is regarded as the most rivalrous enterprises in 21<sup>st</sup> century. It is an organization driven by market opportunity. Because of the geographical separation, information asymmetry, multi-entity and loose structure, conflicts are inevitable. Thus, how to implement conflict resolution efficiently in virtual enterprise is key problems for virtual enterprise run normally. This dissertation analyzes conflict's reason and class detailedly in virtual enterprise, combining with the practical enterprise operation, a collaborative production management prototype system is built to support enterprise practice. The primary contents concerned are as follow:

Chapter 1 analyses the definition and meaning of virtual enterprise. Meanwhile, the concept and characteristics of Agent technology are discussed, the communication mechanism and architecture of Agent technology are analyzed, summarizes the merit of apply Agent technology. The CORBA technology and it's application in the development of virtual enterprise run system are discussed. The main contents and research meaning of the dissertation have been put forward at last part of this chapter.

Chapter 2, the characteristics of multi-Agent technology is summarized, then on the basis of analysis the main problem of multi-Agent technology research, the form process of virtual enterprise which based on multi-Agent integration framework is discussed. A virtual enterprise construct mode is put forward at last.

Chapter 3 illuminates the concept and connotation of conflict and analyses the reason for the conflict of virtual enterprise. The development and sort of conflict is also described in detail.

Chapter 4 gives the necessity of conflict resolution at first, and then discusses some methods of conflict resolution. A conflict resolution of virtual enterprise construct mode which is divided into five parts is put forward at last.

Chapter 5 introduces the technology and software used to develop system at first, then the model and main interface of system are discussed. Finally, an example of conflict resolution is given.

**Key Words:**

Virtual Enterprise, conflict, Multi-Agent System, Negotiation, Mobil Agent

## 独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 天津理工大学 或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 签字日期： 年 月  
日

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 天津理工大学 有关保留、使用学位论文的规定。特授权 天津理工大学 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编，以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复本和电子文件。

(保密的学位论文在解密后适用本授权说明)

学位论文作者签名： 刘洋 导师签名： 郭洪海

签字日期：2007年1月18日 签字日期：2007年1月18日

## 第一章 绪论

### 1.1 引言

随着知识经济时代的到来，信息与通信技术的发展日新月异，人类的经营意识、管理观念也发生了巨大变化。在知识经济和知识管理的大背景下，强调以知识为核心资源，以信息网络为依托的虚拟企业(Virtual Enterprise)正逐步成为知识经济时代许多企业实现迅速发展的有效途径。

虚拟企业 VE(Virtual Enterprise)是由计算机网络连接在一起的，通过将分布在不同地域中的企业中的机构、人员和先进技术集成在一起，通过共享技术和资源，能对市场需求做出快速响应的企业组织在一起的动态联盟。它是一种由于单个企业在敏捷制造环境中，面对一定的市场机会，无法独立完成或不能很好完成时，采取的多个企业联合，共同完成市场机会并分享收益的组织形式。联盟在机会出现时结成，在机会完成后解散。

#### 1.1.1 企业战略和经营模式的改变

新的竞争环境对我国企业发展带来新的契机，又提出了新的挑战。由于世界多数制造业的生产能力过剩，使产品价格不断降低，企业获利的大小主要取决于其降低成本潜力的大小。而在现代企业中，由于管理水平和制造技术的不断提高，大规模生产降低产品成本的潜力逐渐趋近极限。因此，市场竞争推动企业寻求差异化战略，以获取新的竞争优势，为此企业必须最大地满足客户需求，以个性化客户为中心，把客户置于价值链的顶端，围绕客户的需求提供产品或服务。

长期以来，企业管理者一直着眼于企业内部效率的提升。20世纪90年代初，Hammer等提出了“企业再造”理论<sup>[1]</sup>，并迅速形成一场声势浩大的业务流程再造浪潮。它通过业务活动辨识、业务活动评价、过程建模与仿真，过程优化与重构等提升企业运作效率，重视打破企业内部职能部门之间的壁垒。然而企业内部的效率之源已日趋枯竭，并且内部效率的提高难以营造出长久的竞争优势<sup>[2]</sup>。为此，不断有人提出拓展“企业再造”的范围和深度，“过去5年来，改善组织生产力的机会来源于重新思考部门之间的关系，但是现在或未来的机会可能已转变为重新思考企业间的合作关系<sup>[2b]</sup>”。越来越多的企业已不满足于企业内部效率的单独提升，而开始将更多的注意力转移到寻求企业外部效率的提升和挖掘。

企业外部环境的变化、企业内部组织与管理观念的变化以及网络时代的到来与使能技术方面的发展与进步，使得企业传统的“控制一切”、刚性、金字塔式的生产组织方式已不再适用，时代呼唤高弹性的、具有生机活力、组织结构扁平、具有适应灵活多变市场环境的企业组织方式。因此，在新形势下，企业极需向以客户为导向、以核心能力为依托、以协作为基础、以敏捷制造战略为指导的虚拟企业经营模式转变。

虚拟企业是突破企业组织的有形界限，通过对企业外部资源的有效整合，快速实现市场机遇的一种组织形式和管理模式。目前我国经济已进入结构调整和企业重组阶段。经过改革开放和经济高速增长，国内绝大多数商品已经由卖方市场变为买方市场，企业间竞争日趋激烈，价格战此起彼伏，大批企业严重开工不足，生产能力大量闲置。另一方面，我国企业在普遍规模小实力弱的情况下，仍然呈现出“大而全”、“小而全”的状况，使得销售和管理费用在企业经营成本中不断上升，这在中小企业中表现得尤为突出。虚拟企业模式所具有的独特优势对我国企业解决上述问题开拓了新的视野。

具体来讲，虚拟企业对我国经济发展具有如下几点现实意义。

第一，它为我国产业结构的重组、中小企业改革、企业集团的发展提供崭新的思路。虚拟企业的概念及运作方式的提出之所以能对我国企业具有非凡的意义，就在于虚拟企业所倡导的企业间的横向、纵向联合，优势互补，有助于企业打破条块分割，实现跨部门、跨行业、跨地区的联合。所倡导的企业功能精简、利用外部资源，有助于克服“大而全，小而全”的弊端，促进社会专业化大分工。其次虚拟企业也是搞活中小企业的新方式。一方面，中小企业可成为行业内大企业的下包企业，完成大企业虚拟的生产业务；另一方面，中小企业可自己形成联盟。这些都能弥补中小企业在资金、设备、技术力量等方面存在的不足，使中小企业在利用外部资源中提高竞争力。

第二，它有利于我国企业在国际竞争中提高竞争优势。虚拟的运作使得跨国公司在全球范围内寻找合作伙伴，降低了生产成本，这意味着我国的低成本优势将受到强烈的冲击，因此，我国企业的迫切任务是引进虚拟的机制以提高企业国际竞争力。首先，要形成我国企业与国外跨国公司的联盟和虚拟。自改革开放以来，我国在对外开放、引进外资的过程中，实质上也采取了一些联盟和虚拟的形式，主要形式是：合资和“三来一补”（来料加工、来图来样加工、来件装配和补偿贸易）。这两种形式是联盟和虚拟的初级形式。因此，中国企业在与外国企业迈出合资的第一步后，应着眼于从低级的合作形态转向具有战略意义的高级企业联盟形态，从单向的技术、资金的吸纳转向为双向、多向的水平式的知识、技术交流。

第三，它向我国企业昭示了指导新世纪企业发展的经营管理思想、组织形式、运作模式。首先，虚拟企业体现了分权管理、人本管理、柔性管理、战略管理的管理思想；虚拟企业蕴含着竞争性合作、利用外部资源超常规发展、企业管理中引进市场机制、市场交易中引进企业机制等先进的经营思想。其次，它向企业展示了一种以知识技术为核心集聚资源、灵活而又统一的网络化企业组织形式，这种组织形式能够调动下属部门和员工的积极性，发挥个人的创造力，企业的经营管理能随着环境进行动态的调整，最终达到决策科学的目的。再者，它向企业提供了联合开发技术、生产联盟(虚拟)、营销联盟(虚拟)等具体的、可操作的联盟和虚拟的运作模式。虚拟企业的深刻内涵对我国企业的微观经营管理有着重要的借鉴意义。

## 1.2 虚拟企业的概念及其产生背景

### 1.2.1 虚拟企业的概念

1991 年,以美国里海大学的 Dr.Roger 和 Dr.Rick.Dove 为首的百余名专家在美国国防部及 13 家著名企业的支持下,向国会提交了“21 世纪制造战略”的报告,提出了虚拟企业的新概念。所谓虚拟企业是指一个企业内部或一群独立企业之间的多个经营实体基于市场机遇,达成共同目标而形成的核心能力的联盟。它是一种虚拟的企业组织结构形式,是企业间或企业内部采用众多合作形式的一种。在虚拟企业内,互补的资源和核心能力早已存在于各虚拟企业之中,只要具有经济合理性,符合成本效益原则,就可集成一体化以支持特殊的企业技术创新活动。

虚拟企业比较典型的几种定义如下:

定义 1<sup>[3]</sup> 虚拟企业是一些相互独立的企业(如供应商、客户、甚至竞争者)通过信息技术连接的、暂时性的企业网络,以共享技能、共同分担成本、一并开发新的市场。

定义 2<sup>[4]</sup> 虚拟企业是一些相互独立的商业过程或企业的暂时联合,这些企业在诸如设计、制造、分销等领域分别为该企业联盟贡献出自己的核心能力。

定义 3<sup>[5]</sup> 虚拟企业是一个领导型企业和其他组织在内部或外部形成的联盟,这个联盟能在极短的时间内建立起某种特定产品或服务的世界一流竞争能力。

定义 4<sup>[6]</sup> 虚拟企业由一系列“核心能力”的结点组成,这些结点组成一个供应链以抓住某一特定的市场机会。

定义 5<sup>[7]</sup> 虚拟企业是一些公司的暂时联合,以实现技能共享和成本分担,其目的在于把握快速变化的市场机遇。

定义 6<sup>[8]</sup> 虚拟企业是指不同的企业借助信息网络的支持,为了快速响应市场机遇,对企业的技术、核心能力及资源进行整合而形成的暂时性联盟。

定义 7<sup>[9]</sup> 虚拟企业是一些相互独立的商业过程或企业伙伴主要通过信息技术而实现的暂时联合,这些伙伴在诸如设计、制造、分销等领域分别为联盟贡献出自己的核心能力,以实现技能共享和成本分担,并迎合快速变化的市场机遇。

虚拟企业是利用信息技术动员各种优势资源临时聚集成为事业共同体,实现以更快的速度(T),提供更具竞争力(即有更好的质量(Q)、更低的价格(C)、更佳的服务(S)、更符合环保要求(E))的产品或服务,从而夺取竞争的胜利。因此,虚拟企业的本质是以实现机遇为目标的合作竞争型的生产组织,它是资源在全球范围内优化的一种表现,它具有如下特点<sup>[10][11]</sup>:

1) 组织构成的动态性。虚拟企业是一个为实现市场机遇而临时组成的具有企业功能的组织形式,它不同于以资产为纽带构建的企业集团,后者具有相对稳定的组织结构,一经组建不会随某项任务的完成而解散;而前者是以项目为基础组建的,该项目一经完成,虚拟企业将解体。参与项目的各个伙伴成员,在联盟解体后,返回原有企业,继续寻找下一个新的市场机遇。

2) 优势资源互补性。虚拟企业内掌握核心技术的盟主企业,按照优中选优的外部资

源利用原则，从产品设计到投放市场，联盟一些资源最优的企业。这些成员彼此拥有自己的核心优势而且能提供给对方，同时也需要对方提供自己所需要的资源。他们共同构成实现市场机遇所需的所有资源，形成优势资源互补的统一体，产生强大的资源优势和竞争优势。

3) 物理范围的分布性。为实现某市场机会而组成的虚拟企业的成员往往来自不同的地区，甚至不同的国家，在地理上呈现出明显的分布式特点。

4) 结构的可重构性。虚拟企业的成员组织可以根据需要进入或退出某虚拟企业，也可以同时参与多项任务，而成为多个虚拟企业的成员。这样，虚拟企业的每个成员可以灵活地重构出各种不同的虚拟企业。

5) 信息技术的支持。信息网络能保证伙伴企业之间协同工作；无论是通过单体组织的虚拟化还是通过组织间关系的虚拟化而形成的虚拟组织，它们都是以 IT 网络为基础，分别形成内部网与外部网，从而把组织内的雇员、有关组织间的雇员以及顾客联结在一起。这种网络并不是固定的，而是必须根据实际需要不断地进行调整，使整个网络处于一种动态、临时、多变之中。

6) 市场机会的快速应变性。由于具有上述各种组织特性，虚拟企业能够快速地构造实现市场机会所需的所有资源，形成互补的优势资源的统一体，产生强大的资源优势和竞争优势。

通过上述特点我们可以总结出，建立虚拟企业的主要目的是突破企业的有限界线，通过对外部资源的系统整合实现企业的目标。它强调合作，使得各成员企业有序、高效地利用、共享企业内部和外部的人力、物力资源，并共同承担投入和风险，以快速响应市场，赢得竞争。因此，我们可以认为虚拟企业是一个为一些相互独立的业务实体或企业借助信息网络技术的支持，为迎合快速变化的市场机遇，实现风险共担、利益共享的目标，对企业核心资源进行整合而形成的暂时性联盟。

### 1.2.2 虚拟企业产生的背景

虚拟企业产生的根本原因在于社会、经济和技术的迅速发展。具体地，其产生背景与动因主要包括三个方面：(1)企业外部环境的变化；(2)企业内部组织与管理观念的变化；(3)作为上述变化的技术推动，网络时代的到来与功能技术方面的发展与进步，如图 1-1 所示。

## 1.3 虚拟企业的特点和优势

虚拟企业的实质是突破企业的有形界限、延伸企业的功能。它通过计算机网络技术对企业外部资源优势进行整合，实现聚变，创造出超常的竞争优势，以减少投资风，加速实现市场目标。具体来说，虚拟企业有以下特点：

1) 目标性。虚拟企业必须有一定的目标，为实现这一目标，它们之间建立了联盟。

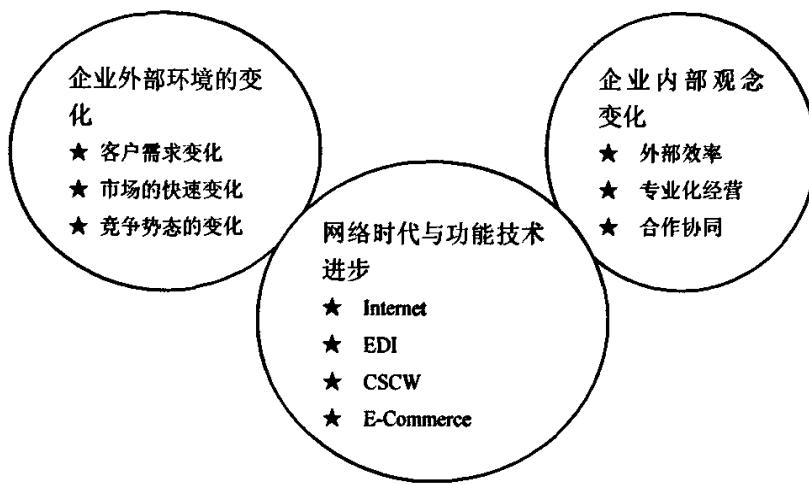


图 1-1 虚拟企业产生的背景与动因

一旦目标完成或消失，虚拟企业即告解散。

2) 动态性。在虚拟企业中，企业的结构不再是固定不变的，可根据目标和环境的变化进行组合，动态地调整组织结构，紧跟市场节奏，充分体现动态性。

3) 核心性。虚拟企业必须有一个核心企业，成员企业可以由一个到多个。核心企业是虚拟企业经营组织的中心，它可以是虚拟企业的发起者，也可以是几个发起者的联合企业。但不管如何，核心企业只能是一个。虚拟企业各成员企业的地位平等，没有复杂的行政机关，没有行政费用，各成员企业必须是独立法人。

4) 约束性。虚拟企业是一种结构不固定的联盟，必须有一种内部约束机制，各成员企业必须签订许多的合同协议，这些合同协议界定了成员企业之间的协作和利益关系。

任何组织形式与管理模式都有利有弊，虚拟企业也不例外，其突出的优点包括：

(1) 虚拟企业属于强-强组合，它注重各合作企业的核心竞争力，同时各合作企业的收益也会成倍增长。

(2) 虚拟企业可以降低各合作企业在人力资源、厂房、设备等方面的投资，可以降低单位产品成本和对新产品的投资。

(3) 虚拟企业是由各伙伴企业的核心竞争力融合而成，因而可以生产出最佳的产品或服务。

(4) 虚拟企业具有制造与设计的灵活性，它能对瞬息万变的生产环境产生迅速的反应，可以在短时间内生产出新的产品。

(5) 由于合作企业可轻易地改变，虚拟企业具有操作上的灵活性。

## 1.4 Agent 技术及其在虚拟企业中的应用

### 1.4.1 Agent 的概念

Agent 是一个运行于动态环境下的具有较高自制能力的实体(即自制体可以是系统、机器等)，其根本目标是接受另外一个实体(即主体可以是用户、系统或机器等)的委托并为之提供帮助和服务，能够在该目标的驱动下主动采取包括社交、学习等手段在内的各种必要的行为以感知、适应并对动态环境的变化进行适当的反应，它与其服务主体之间具有较为松散和相对独立的关系。

关于 Agent 的确切定义，目前存在很多争论，在其组成上没有达成一致，但越来越多的人赞成下面的观点：在人工智能领域，Agent 表示具有一定智能，在不确定性环境中，根据自身能力、状态、资源、相关知识以及外部环境信息，通过规划、推理和决策实现问题求解，并进行相应的活动，自主地完成特定任务送达到某一目标的封装的系统。此定义可以从以下几方面来理解：

1) Agent 是体现智力状态的实体，如信念(belief)、能力(capability)、选择(choice)和承诺(commitment)等。这些状态分别可用准确的方式表达，类似于人类通常所使用的意义。某些硬件或软件成为 Agent，正是由于它们具备了对那些智力状态进行分析和控制的能力。Agent 作为体现智力状态的实体，模拟人类的思维方式，对利用计算机和其它自动化手段，解决客观世界的问题是一种有益的探索。

2) Agent 具有高级性。这一点在定义上是较模糊的，但它常被用来区别 Agent 与一般意义上的软件和硬件，表现在它的符号表达形式和/或具认知的功能。

3) Agent 具有从属性。这一点最具 Agent 的原始含义，即一方代表另一方的利益而从事活动，如在智能接口方面，Agent 依据用户的意愿完成具有某种目的的活动或任务。当然“委托”的一方不仅仅局限于人类，也可以是某些硬件、软件或其它的 Agent。

一般说来，一个 Agent 拥有有限的知识源，具有多个目标，以及适应环境的能力。Agent 拥有的有限知识是对其所处环境或所要求解问题的描述。Agent 所采取的一切动作都是面向目标的。Agent 要达到目标，首先必须能感知环境，然后利用所拥有的知识形成一系列可执行的动作计划，并选择执行 Agent 适应环境的能力是指其具有推理、决策、计划、控制的能力。

### 1.4.2 多 Agent 系统

Agent 系统分为单 Agent 系统和多 Agent 系统，单个 Agent 的研究目标是认识与模拟人类的智能行为。多 Agent 系统 (MAS) 则集中在自主的 Agent 之间的智能行为的协调，他们之间协调各自的知识、目标、技能、规划来产生相应行为或解决问题。在问题求解过程中，为了一个共同的全局目标，也可能是关于各自的不同目标，这些 Agent 共享有关问题和求解方法的知识。

多 Agent 系统不同于传统的分布式处理系统，它要求系统中每个 Agent 及 Agent 之

间的交流具有智能或自组织能力。多 Agent 系统的特点体现在每个 Agent 的自组织能力和各个 Agent 之间的协同能力两个方面。在多 Agent 系统中数据是分散的，计算是异步的，没有系统的全局控制。多 Agent 系统技术提供了一种适合分布式计算和不确定问题求解的新方法，这是因为多 Agent 系统放松了对集中式、规划、顺序控制的限制，提供了分散控制、应急和并行处理的能力<sup>[12]</sup>。

### 1.4.3 多 Agent 系统在虚拟企业中的应用

多智能体系统是分布式人工智能研究的一个重要分支。在多智能体系统中，智能体 (Agent) 是一个自主的实体，它不断地与环境发生交互作用。多智能体的研究涉及到在一组自主的智能体之间协调其智能行为、知识、目标、意图及规划，以联合起来采取行动或求解问题。智能体之间可能是协作关系，也可能存在着竞争。目前，多智能体系统的研究非常活跃，通常应用在比较复杂的、柔性高的、动态的、开放的分布式环境中。在这样的环境中，智能体不仅要保持对紧急情况的及时反应，还要使用一定的策略对中短期的行为做出规划，进而通过对世界和其它智能体的建模分析来预测未来的状态，以及通过通讯语言实现与其它智能体的协作及协商。随着人工智能和计算机技术在制造业中的广泛应用，多智能体系统对解决产品设计、生产制造乃至产品的整个生命周期中的多领域间的协调合作提供了一种智能化的方法，也为系统集成、并行设计，实现智能制造敏捷制造提供了更有效的手段。随着多智能体技术的日益发展成熟，该技术已广泛应用于各个领域，并被认为是研究分布式智能系统的最重要的方法，相当的研究人员将该技术用于制造企业的集成，供应链的管理，制造规划、调度及控制，物料管理以及整个制造系统等等。在分布式智能制造系统中 Agent 可以被用作：

- 1) 封装已存在的软件系统，以解决原有软件系统与新开发软件系统兼容问题；
- 2) 代表制造资源，例如工人、制造单元、机器工具、夹具、自动导引小车以及产品、部件、操作器等，方便制造资源的规划、调度及实现控制；
- 3) 代表制造系统中的特殊服务，如 Agent 名字服务器，提供通讯、合作及协调服务的功能 Agent；另外还有数据库 Agent 及提供信息管理的信息 Agent 等等；
- 4) 代表全局调度器、规划器等等；

另外，将多智能体技术用于虚拟企业也已经日益引起了人们的重视，正纷纷对其展开研究。这是因为多智能体系统应用的根本原则为：在追求全局目标的同时，实现自治 Agent 的最大自治性。在虚拟企业中，由于每个成员企业都是自治的企业实体，很自然地，可以用 Agent 代表各成员企业，用多智能体系统代表虚拟企业。与代表制造资源相比，代表成员企业的 Agent 具有更大的自治能力，因此使用多智能体系统代表虚拟企业比代表制造单元或制造车间更容易发挥优势，具有更强的合理性。经研究表明由于虚拟企业环境多为分布的、动态的、异构的制造环境，传统的企业信息系统已经不适合其中出现的新的需求，而多智能体系统恰好能满足虚拟企业的这些特殊需求，特别是在以下方面：

- 1) 保证各成员企业的自治性及自主性；
- 2) 使用新的通讯方式及信息表达模式实现企业间的协调；

- 3)在企业间协商、合作的基础上进行企业行为规划;
- 4)将智能与管理信息系统集成,形成智能管理系统。

多智能体技术在虚拟企业上的应用研究是当前研究热点之一,如美国的 NIIP 计划,欧盟的 INCO-DCMYSSIVE 计划等,都采用多智能体技术研究虚拟企业<sup>[13]</sup>。

### 1.5 虚拟企业冲突的研究现状

目前对于虚拟企业冲突的研究还不是很多,在文献<sup>[14]</sup>中,作者分析了虚拟企业冲突问题协调处理的特征。在文献<sup>[15]</sup>中,作者分析了虚拟企业组建和运作过程中的冲突问题,建立了结合冲突预防和冲突消解策略的集成体系结构模型;采用供应链管理和协同商务构建虚拟企业协同运作环境,实现冲突预防;采用正向推理和合同网协商构成集成的冲突消解策略。

## 1.6 课题来源、研究内容及其意义

### 1.6.1 课题来源

课题来源于天津市高等学校科技发展基金项目《基于 Multi-Agent 的虚拟企业关键技术研究》(项目编号: 20030717),由于虚拟企业具有动态性,其环境多为分布的、异构的制造环境,因此,如何有效地实现虚拟企业的冲突消解是其能够正常运作面临的关键问题。

### 1.6.2 课题研究内容

#### 1) 虚拟企业冲突产生的原因

在虚拟企业中,成员企业可视为一个个的智能体,每个智能体是自治的,有着自己独立的结构、知识库和问题求解策略;但是每个智能体的资源、能力、信息是有限的,智能体之间必须通过一定的协调才能完成对整个问题的求解。冲突主要出现在企业组建和企业运作过程中,产生冲突的原因很复杂,主要有以下几方面:

- (1) 不同的领域知识。
- (2) 不同的目标。
- (3) 有限的资源。

#### 2) 虚拟企业冲突的分类

从产生的原因来分,冲突可归结为三类:资源冲突、目标冲突和结果冲突。当两个或多个作用体为执行各自的任务在同一时刻争夺同一资源,而系统此时并不能同时满足要求,这种冲突称为资源冲突;如果一方实现了目标而另一方因此不能实现自己的目标,这种冲突称为目标冲突;如果对于同一问题,各作用体或作用体小组得出不同的结论,这种冲突称为结果冲突。

结果冲突又可分为方法冲突和知识冲突。方法冲突指由于冲突各方采用不同的求解方法或表达形式引起的冲突。知识冲突指由于冲突各方所具有背景,获取的数据、信息,采用的推理规则等不同而产生的冲突。

### 3) 虚拟企业的冲突消解

这是本论文研究的重点所在。冲突消解的方法有:

#### (1) 基于规则的推理 (Rule-based Resolution, 以下简称 RBR)

在虚拟企业运作中,存在着多种领域知识,智能体的领域知识通常可以以规则的形式进行表达,形成知识库。因此,在一定的推理机制的支持下可辅助智能体进行冲突消解。RBR 在实现的过程中相对于 CBR 要容易。因此, RBR 已成为协同设计过程中冲突消解经常采用的简单、有效的方法。

#### (2) 基于事例的推理 (Case-based Resolution, 以下简称 CBR)

CBR 是对人类认知过程的模仿。CBR 支持经验本身和场景本身的描述和记忆,而且具有很强的扩充性和自适应性,这一点对一些知识无法表达、规则难以提取的推理非常有效。在 CBR 中,事例的集合组成事例库,事例库实现对事例有效的组织和管理。当要解决一个新问题时,一般是通过检索事例库,找出与新问题最相似的一个或几个事例,通过修改事例来满足新问题,修改后的冲突解决实例立即存入实例库,可用于解决今后类似的冲突问题。

#### (3) 协商

协商是分布式人工智能(DAI, Distributed Artificial Intelligence)研究中引起广泛关注的一种信息交换和冲突消解模式。一般来讲,是指用来增进系统协调的通讯机制。协商能够在任意层次上实现,它便于灵活地消解冲突。协商通常包括基于冲突知识的协商、基于代价的协商和多级协商。

#### (4) 移动 Agent 技术消解冲突

相对于传统的 Agent, 移动 Agent 有着很多优点。如降低网络负载、克服网络延迟、包装不同协议、异步和自主执行功能、动态适应环境以及自然的异构性等优点。利用移动 Agent 技术可以更有利于协商的进行,从而进行冲突消解。

### 1.6.3 研究意义

通过对以上内容的研究,不仅可将虚拟企业冲突消解的研究引向深入,而且可以对 Agent 的理论体系进行完善和充实,另外本研究还有着广泛的实用价值,它可以成为实现制造业企业的资源共享、优势互补,作为制造业企业信息化的有利支撑,可提高企业的招、投标能力,扩大制造业企业的影响能力。因此本研究具有重要的科学与实用价值。

### 1.7 本章小结

本章首先讲述了虚拟企业产生的时代条件特征,说明了虚拟企业的产生是时代发展

的必然，顺应了企业发展的趋势。然后讲述了虚拟企业的概念、产生的背景以及它的优势所在，说明了本课题的研究现状，最后明确指出了本文的研究意义和研究内容。

## 第二章 基于 Multi-Agent 技术的虚拟企业构建

### 2.1 Multi-Agent 技术

#### 2.1.1 Multi-Agent 系统的概念

Multi-Agent 系统(MAS)是由多个自治或半自治的 Agent 组成的分布式系统，系统中的多个 Agent 通过相互作用和协同工作以执行一些任务或满足一些目标<sup>[18]</sup>。Multi-Agent 系统就是一组 Agent 的松散组合，这些 Agent 要协作解决超过各自单个能力的问题。这些 Agent 是自主、分布运行的，甚至是异质结构的。每个 Agent 之间相互协同与服务，彼此之间的目标与行为矛盾和冲突通过竞争或磋商等手段协调解决，共同完成一个任务。Multi-Agent 技术主要研究整个 Multi-Agent 系统活动中各 Agent 之间的相互作用如何产生、每个 Agent 成员的推理和行为决策如何、考虑系统或环境中其它 Agent 的存在、Agent 成员的目标和行为之间可能的冲突检测和协调以及任务和资源的划分、分配和管理等。

Multi-Agent 系统除了具有个体 Agent 的基本特性外，还具有以下特性<sup>[17]</sup>：

(1)社会性。Agent 可能处于由多个 Agent 构成的社会环境中，Agent 拥有其它 Agent 的信息和知识，并能通过某种 Agent 通讯语言与其它 Agent 实施灵活多样的交互和通讯，实现与其它 Agent 的合作、协同、协商、竞争等等，以完成其自身的问题求解或者帮助其它 Agent 完成相关的活动。例如空中交通管制系统中，多个 Agent(飞机、机场、气象部门、控制中心等等)需要相互合作以共同完成飞机的管制任务。

(2)自治性。在 Multi-Agent 中，一个 Agent 发出服务请求后，其它 Agent 只同时具备提供此服务的能力与兴趣，才能接受动作委托。因此，一个 Agent 不能强制另一个 Agent 提供某项服务。

(3)协作性。协作机制是一组约束各 Agent 对外交互行为的规范，由所有的 Agent 的协议构成。多 Agent 系统中每个 Agent 的行为限制其它 Agent 的行为或被其它 Agent 的行为限制。所以 Agent 的协作问题主要是如何规范 Agent 各自的行为，保证局部行为与整体行为一致，局部目标与全局目标一致。Multi-Agent 由于其适应环境的动态自组织能力和开放式的基础结构而在许多领域得到重视和广泛应用。

#### 2.1.2 Multi-Agent 环境的特征

Multi-Agent 系统为了解决单个 Agent 不能够解决的复杂问题，由多个 Agent 协调合作形成问题求解环境。Multi-Agent 系统是一个由多个 Agent 组成的智能

体社会，它能够处理分布式问题。这些 Agent 之间可以互相通信，能够对接受到的消息进行推理，并能从经验中学习。

环境为 Multi-Agent 系统提供了条件：

- (1) Multi-Agent 环境为 Agent 之间的通信和交互协议提供了一个基础结构。
- (2) Multi-Agent 环境大部分是开放式的。
- (3) Multi-Agent 环境包含着自主、分布的 Agent，而且是自我本位或合作的。

一个 Multi-Agent 系统执行环境包括考虑许多的因素，表 2-1 中列举了这些特征因素。

表 2-1 Multi-Agent 环境特征

性质	确切含义范围
自治性	平台/交互协议/语言/内部体系结构
通信基础结构	共享存储或者基于消息的连接 点对点，多点传送或者广播通信 推式或拉式 同步或异步的
目录服务	白页，黄页
消息协议	KQML, HTTP 和 HTML, OLE, CORBA, DCOM
中介服务	基于本体
安全服务	身份认证
汇款服务	账单/现金
操作支持	存档/冗余/储存/总计

表 2-2 列举出当考虑到一个具体的 Agent 存在于环境中，它存在的一些特征。

表 2-2 有 Agent 存在时环境的特征

性质	定义
可知性	Agent 对环境的了解程度
可预见性	Agent 对事物的预见程度
可控制性	Agent 对环境的改造程度
历史性	未来状态是否完全依存于历史，或仅仅是现在的状态
技术性	用途等是否是其他 Agent 的一部分
实时性	当 Agent 运行时环境是否会发生变化

## 2.2 Multi-Agent 中的基本问题

- (1) Multi-Agent 系统中协作和联合行为的角色？
- (2) 冲突成为 Multi-Agent 系统中的关键问题，它为什么和在什么地方出现，

如何解决冲突？

- (3) 如何形式化协商的语义？
- (4) 合同(约定)所扮演的角色是什么，如何达到一个联合约定，约定如何影响 Agent 的行为？
- (5) Multi-Agent 系统中的原子行为和动作是什么，他们如何形成大的行为和动作，这些动作如何影响世界？
- (6) 通信：Agent 与 Agent 之间，Agent 与世界之间如何通信，在什么层次上通信，一条信息的语义是什么，如何保证一个 Agent 可以理解该信息内容？

为了是问题更加直观，下面我们以运动鞋制造为例，鞋的制造分为创意、设计、生产、销售四个方面。

在解决这个问题的方案中，产品创意需要创意专家、艺术家；产品设计需要设计、生产、安全规则、成本、潜在市场分析等方面的专家，要生产的运动鞋类型首先由一个商业规划提出，这一规划包括市场行情、销售和生产。商业规划进一步扩展为设计规划，设计规划又转换为流程规划和生产规划，流程规划和生产规划的执行需要资源(如机器、原料、劳动力和能源)的购买和使用，这些动作并行进行，并且具有极强的相互作用，每一个任务分解成一组子任务，每个子任务转换为一个动作和行为的集合，由一组自治的 Agent 来完成，这些 Agent 处于同一个世界，但每个 Agent 可以具有关于世界的不同看法和观点，由于这些不同的看法和观点，Agent 执行各自的不同动作有可能导致冲突，例如，当一个 Agent 希望加大运动鞋的科技投入时另一个 Agent 却试图降低生产成本，将导致矛盾的出现，这些冲突通过 Agent 间的协商解决，最后联合约定形成一个联合规划，联合规划是定义在不同抽象层和不同时间区间的动作和信念集，约定与资源相关联，执行一个约定需要使用与它相关的资源，联合动作经常需要严格的同步；Agent 需要检测自己规划的动作，是成功还是失败，当动作出错、意外事件发生或环境变化时该 Agent 应通知其他的 Agent。

用 Multi-Agent 方式来实现系统体系的一般步骤是，对问题适当描述并进行任务的功能和环节的分解，将针对不同问题并具备一定功能的主体构成 Multi-Agent 系统；依托网络多任务环境设计对应的低层通信协议和主体问题通信协议；研究设计系统中 Agent 之间的协调、协作和冲突消解。这些环节实际上就构成了 Multi-Agent 技术研究的基本问题。而每一问题既有共性的一面，又与领域直接相关<sup>[19]</sup>。

### 1. 问题的描述和分解分布

问题的描述涉及采用适当的观点和方法对问题的行为功能进行抽象，同时也涉及到对问题的建模。待解决的问题在时间、空间、逻辑上的联系以及物质、能量和信息的变化和流向，是需要侧重加以考虑的对象。例如，可以采用“意向态度”来描述系统的功能行为，即主体化(Agentification)<sup>[23]</sup>，采用自动机或 Petri 网描述状态信息的转换。采用已有的描述方法，必须考虑与主体运行机制兼容的问题。分解涉及到将问题或任务按一定的原则拆成子部分的过程，其中各子部分对

应单个 Agent、Agent 组或 Agent 中的相关模块。这些原则包括相对独立性(数据、控制、资源、功能及行为)和协调有效性，也要考虑有适当的冗余。分布是将问题和任务按系统当前的状况进行适当的分布计算，以使系统获得并行、分布和协作的最佳效能。分布与分解是密切相关的两个概念。

### 2. Agent 间的通信

尽管已有很好的网络通信协议和环境，如进程间通信、局域网和 Internet 但它们只支持简单的通信内容，无法支持 Agent 间的知识通信。随着美国“国家信息基础设施”(National Information Infrastructure -NII)即信息高速公路计划出台，面临的是由大量自主节点组成的高度分布、混杂、动态的复杂网络通信环境。在这样的环境下的信息系统中出现了如下问题和要求：

- 当今主流客户服务器模型有很大的局限性，不便与进行主动信息服务；
- 需要在不同平台、不同数据格式、不同信息服务能力和实现技术下进行互操作；

因此需要对 Agent 的交互语言等进行研究，由美国 ARPA 支持的知识共享计划 KSE (Knowledge Sharing Efforts)研究小组设计并实现的智能 Agent 交互语言 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)就是一种典型的获得广泛关注的 ACL(Agent Communication Language)语言。

### 3. 多智能体的协调协作

多智能体系统的各个智能体具备了一定的通信能力，能相互传送信息之后，进一步要进行的就是通过协调协作，包括知识、意图、行为的协调协作以完成群体的目标或使群体的性能提高，增强系统的效益。协调协作是 Multi-Agent 技术研究的核心问题之一。

所谓多智能体的协调(Multi-Agent Coordination)就是 Agent 之间通过对资源、目标进行合理的安排，调整各自的行为，最大程度地实现各自的目标或系统的目标。协调是一种动态行为，是 Agent 对环境(包括系统中其它 Agent)的适应。协调一般通过改变 Agent 的心智状态来实现。协作是非对抗主体之间保持行为协调的一个特例，主要是如何通过适当的协调，合作完成共同的目标。多智能体的协调协作是以人类社会为范例进行研究的。因此，从社会心理学、组织行为学、经济学、管理学、公共关系以及外交学均可以借鉴有益的材料。

从分布式人工智能发展历程来看，早期受分布式问题求解研究主题的影响，主要研究的是协作问题。随着 Multi-Agent 技术日益成为研究重心，协调问题更引人注目。研究方法也得到迅速的扩展。从 Rosenschein 提出的基于对策论的理性主体交互的静态模型，到 Shoham 的社会规范；从基于马尔科夫过程的协调到计算生态学原理，以及当前广泛关注的经济学原理在协调中的应用，可以领略这一研究领域的活跃态势。

## 2.3 Multi-Agent 的优势

大多数AI(人工智能)研究者对MAS研究和MAS能力产生越来越浓厚兴趣的主要原因如下:

(1) 分布是解决复杂控制问题的有效方法, MAS 系统可以求解一些过于庞大而导致一个集中控制的 Agent 无法求解的问题。无法求解的原因有: ①资源限制: ②单个集中控制的系统可能存在的性能瓶颈或无法在严格要求的时间内完成任务。大型系统分解为一组多 Agent 协作系统, 使得控制分散, 易于处理。

(2) MAS 系统允许多个已存在的传统系统之间的通信联系和协作。商业活动中, 为了适应业务发展的需要, 这些传统的软件系统必须定期更新升级。完全重写这些软件的代价是非常昂贵的, 而且也是不太可能的。因此, 在相当长的一段时间内, 使这些传统系统仍然有利用价值的唯一方式是把这些系统集成到一个更广阔的合作 Agent 的社会中。在这个通信群体中, 他们可以被其他的软件利用完成一些问题求解任务。把传统的系统集成到一个 Agent 社会中的做法是可行的。例如, 我们可以通过为这些软件添加一个 Agent 外壳的方法, 使这些软件可以和其它的系统协作、协商。

(3) 联合动作、协作、交互作用是许多大型的未来系统中所使用的比较自然的方法, 这些系统常常发生连续的变化和扩展。MAS 推进了这些系统的设计和实现。

(4) MAS 系统可以解答由一组自治的相互作用的成员 Agent 构成的社会中存在的某些求解问题。例如在会议调度问题中, 一个管理用户日程的调度 Agent 是自治的并且可以和管理其他用户日程的自治 Agent 相互作用。这些 Agent 在构造时就可被形式化为能够充分反映它们用户的喜好和约束。其它的例子包括空中交通控制, 与 Internet 中商品买卖的多 Agent 讨价还价。

(5) 现实生活中存在一些必须用到空间上分散信息源的综合信息才能求解的问题, MAS 系统可以方便地解答这些问题。应用领域的例子包括: 传感器网络, 地震监测和 Internet 上的信息搜集。

(6) MAS 系统可以在专家知识分散的环境中求解问题, 这些问题一般属于如下领域: 体检、制造、并行设计。

(7) MAS 系统提供了对现实世界中信息处理对象的洞察力和理解力。Agent 相互间及 Agent 和环境间的社会性交互作用的计算方法的研究为实现极其复杂的动作和行为指明了方向。

(8) 与普通系统相比, MAS 系统可以在以下方面提高应用系统问题求解的性能:

① 计算效率

在一个传递目标和结论(高抽象层信息)而不是知识和求解规则(低抽象层数据)的 MAS 系统中, 通信量一般很小, 任务的最小相关性还可以保证一定程度上计算的并行性。

② 可靠性

由于 MAS 系统中存在具有冗余能力的 Agent 和 Agent 间协作，这使得某些 Agent 可以继续承担或完成其他 Agent 由于某种原因执行失败的任务。这种作法称为成员失败修正。

③ 扩展性

MAS 系统中求解问题的 Agent 的数量和能力能够动态改变。

④ 鲁棒性

大量有益信息在 Agent 之间的交换传递，使得 MAS 系统可以在存在不确定性的情况下，较为准确地完成对待解问题的求解。

⑤ 易维护性

具有多个成员 Agent 的 MAS 系统由于其模块化特性而比较容易维护。

⑥ 敏感性/反应能力

MAS 系统由于采用模块化的建造方法，可以在某些异常错误传播到整个系统之前在局部位置把这些异常错误处理完毕。

⑦ 灵活性

具有不同问题求解能力的多个 Agent 可以动态地组成一个问题求解协作组对一个大型复杂的问题求解。

⑧ 可重用性

一个特定功能的 Agent 可以重用在不同的 Agent 问题求解协作组中解决不同的问题。

## 2.4 基于 Multi-Agent 的虚拟企业构建模型

### 2.4.1 基于 Multi-Agent 的虚拟企业控制体系结构

由于 Multi-Agent 系统具有对于环境的感知能力和其特有的一些优点，虚拟企业控制结构采用 Multi-Agent 技术可以满足实现围绕虚拟企业核心伙伴的快速重建，此外，Multi-Agent 系统具有良好的封装性<sup>[20]</sup>，这种特性使得只需更改各个 Agent 的对象类、过程和属性，从而使得基于 Multi-Agent 的虚拟企业系统具有良好的可重构性<sup>[21]</sup>。与此同时，Multi-Agent 系统应用的根本原则为：在追求全局目标的同时，实现自治 Agent 的最大自治性，在虚拟企业中，由于每个成员企业都是自治的企业实体，很自然地，可以用 Agent 代表各成员企业，用 Multi-Agent 系统代表虚拟企业，恰好能够满足虚拟企业分布的、动态的、异构的制造环境等这些特殊需求，故 Multi-Agent 技术在虚拟企业控制结构中的研究和应用有广阔的发展前景。

构建虚拟企业通常采用以下四种 Multi-Agent 体系控制结构。

(1) 集中控制结构。在集中控制式系统中的 Agent 可分为两种类型：即管理

Agent 和成员 Agent, 如图 2-1 所示。其中管理 Agent 对成员 Agent 的行为具有完全的控制权, 管理 Agent 负责保证各应用 Agent 行为之间的协调。集中控制式结构可以降低系统的复杂性, 减少 Agent 之间直接协商的通讯开销, 但要求管理 Agent 具有强的规划处理能力。

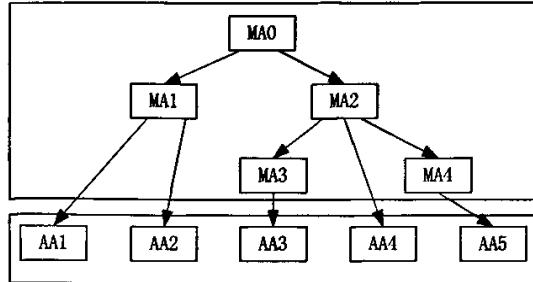


图 2-1 集中控制结构

注：MA 表示管理 Agent, AA 表示成员 Agent。

**管理 Agent:** 在系统中负责规划管理, 根据管理分工不同, 可采用多个管理 Agent 进行管理, 从而形成一个树状结构的管理层。管理 Agent 的主要行为包括对任务进行规划、分解和运行安排, 向成员 Agent 发布控制命令和监视其任务的完成情况。

**成员 Agent:** 在系统中完成特定领域的具有业务处理, 成员 Agent 之间潜存的协同问题由管理 Agent 负责完成。

(2)纯分布式结构。系统中的所有 Agent 相互共享信息和知识。

系统中各个 Agent 成员之间是平等的关系, 相互提供服务。各个 Agent 之间任务的划分和分配、环境中共享资源的分配和管理、冲突的协调、行为的一致性等, 是在遵循建立起来的“社会”规则和共享资源的管理策略的基础上, 通过对各个 Agent 成员间相互作用和对环境的感知, 运用某种机制(推理方法), 结合自身的知识进行合理的判断和推理做出决策, 控制自身行为来实现的。分布式结构如图 2-2 所示。分布式结构中的 Agent 成员通过广播自身的信息到环境中和对环境信息的感知能力来建立协作关系。

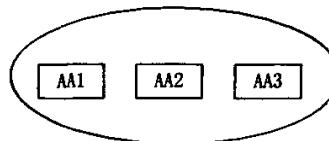


图 2-2 纯分布式结构

(3)层次控制结构<sup>[22]</sup>。系统将 Agent 分为若干层次, 通讯仅在各相邻层次之间进行。

(4)网络控制结构<sup>[22]</sup>。Agent 作为网络中节点存在。这种结构引入了协调因子, 一方面协调因子一组 Agent 聚集成为 Agent 集合, 另一方面协调因子处理集合内部的 Agent 通信和行为协调, 同时处理与其他 Agent 的通信和行为协调。

集中式控制结构的控制方式比较简单,但是系统中产生的各种信息都要经过管理 Agent,易产生伙伴企业之间信息交流的瓶颈,只能应用于这种结构一般适用于规模较小的系统,纯分布式结构具有很强的局部自治性,不易达到全局优化的目标。纯网络控制结构是全分散的,存在着稳定性的问题。纯层次结构适用范围窄,仅适用于易于层次分解的问题。

采用层次结构和网络结构相结合的方式,可以降低采用纯网络结构系统的控制难度,提高系统的稳定性,层次结构加快 Agent 对相邻 Agent 的信息处理速度,符合实际应用中许多问题的建模,能够解决复杂的实际问题。

因此,本文采用基于 Multi-Agent 的层次与网络结构结合的混合控制结构,结构如图 2-3 所示。它既具有层次的特点,又具有网络结构的灵活性。

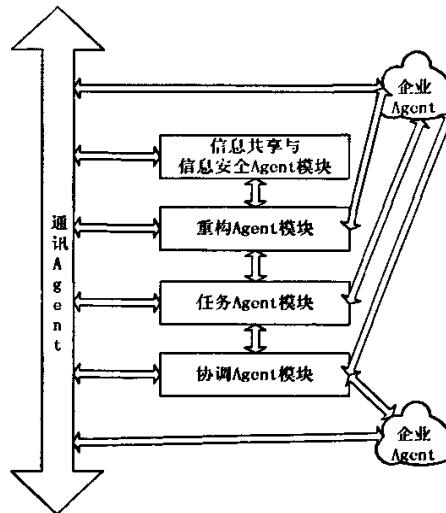


图 2-3 虚拟企业系统控制图

#### 2.4.2 基于 Multi-Agent 的虚拟企业业务模型

- (1) 客户(域): 该域预定虚拟企业提供的服务,并具有使用虚拟企业服务的权限;
  - (2) 虚拟企业代表(域): 也就是向客户提供虚拟企业服务,将终端用户连到虚拟企业上;
  - (3) 虚拟企业候选者/合作者(域): 虚拟企业候选者是一个向虚拟市场注册服务并与其它虚拟企业合作者协商建立联系的域。当一个虚拟企业候选者与一个虚拟企业合作者协商成功后,该域就取得了虚拟企业合作者的身份。虚拟企业合作者依照协议鉴别业务过程请求,执行和管理代表其他域的业务过程。
  - (4) 虚拟市场(域): 为虚拟企业合作者提供注册和选择服务的域,该域负责管理服务类型、服务提议、以及负责管理虚拟企业的日常操作。
- 这些域的逻辑关系见图 2-4。

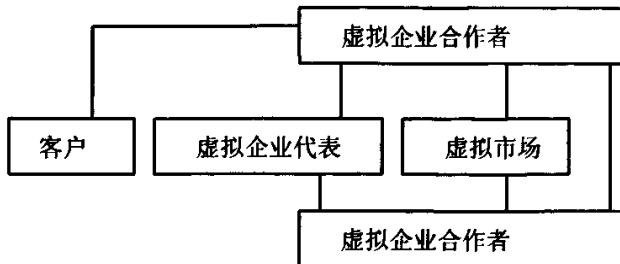


图 2-4 虚拟企业业务模型与相互关系

#### 2.4.3 基于 Multi-Agent 的虚拟企业框架

在虚拟企业中，由于每个成员企业都是自治的企业实体，所以很自然地将虚拟企业中的自主实体模型化为 Agent，各个自主实体之间的协作模型化为 Agent 在一个分布式多智能体系统内的交互，这样便可形成虚拟企业的多代理结构。在此还可以假设每个 Agent 就是一个被压缩的计算机系统，它存在于某种环境中，根据它设计的目标具有灵活的、自主的行为。

##### A. Agent 通用结构(Agent general structure)

为了保证虚拟企业在保持各成员企业自治性的同时能够像一个企业一样进行工作，各成员企业必须能够互操作并实时交换信息。而各企业的原有系统并不是按照能与其他企业进行直接相互合作而设计的，企业的信息管理及控制策略也是为了最大地满足自身目标而设计的，这就产生了各自治成员企业间的异构性，使各企业相应系统之间不能直接进行交互。但是若对企业的原有系统进行完全重新设计需要巨大的努力，花费相当长的时间。因此较好的方法是将企业的内部功能与和虚拟企业有关的功能分离开来，并产生对原有系统的必要的映射。

根据这种情况，提出了一种 Agent 通用结构，它是一个三元组的形式：`<Agent 核心层, 接口, Agent 通讯层>`，如图 2-5 所示。

###### 1) Agent 核心层

Agent 核心层代表各企业的自治部分，即企业的原有系统，包括企业的生产计划控制系统 PPC、CAD 系统及其它原有系统等。

① 生产计划与控制系统 PPC：是 Agent 核心层的最重要的组成部分，为了与 Agent 通讯层进行交互，需要进行一些改进，主要是针对订单管理及质量信息管理，以便与 Agent 通讯层进行订单状态信息及产品质量信息的实时交换。

② CAD 系统及其它原有系统：产生或接受 STEP 产品数据模型等。

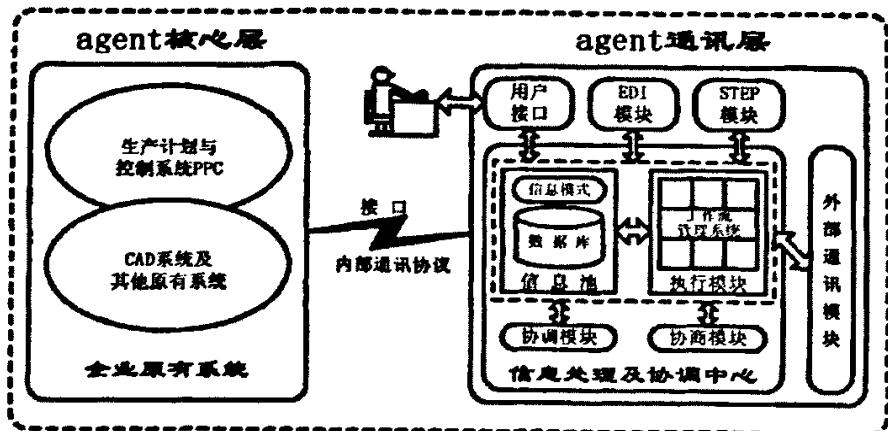


图 2-5 Agent 通用结构

## 2) Agent 通讯层

Agent 通讯层则包括支持企业之间交互的所有功能，它起的是通讯与协调的作用，在虚拟企业中作为各成员企业的代言人。Agent 通讯层主要包括以下几个模块：

- ①信息池：负责对所有支持 Agent 间交互的信息的建模与管理，包括数据模式管理与数据库。
- ②EDI 模块：负责接受与订单相关的信息并将此信息格式化为 EDIFACT 的形式，以便与其它 Agent 进行订单信息交换。尽管所有的企业均采用 EDI 是 EDIFACT 标准的目标，但实际上是否采用，由企业间协商决定。
- ③STEP 模块：处理产品技术数据。在理想的情况下，所有的产品数据都应以 STEP 格式进行交换。该模块与 Agent 核心层的 CAD 等工程系统发生联系。
- ④用户接口：为各成员企业中负责虚拟企业交互的人员与 Agent 通讯层建立联系，人员与 Agent 通讯层的交互程度由各企业自己决定，在虚拟企业的构造阶段产生。
- ⑤协调模块：用于自主 Agent 对其自身的目标资源、思维状态等进行合理安排，以调整各自的决策和行为，最大程度地实现自身效益。由此模块产生各成员企业在虚拟企业中可以进行的活动集。
- ⑥协商模块：管理 Agent 之间交互的模块。交互是所有多智能体系统中的核心问题，而实时管理 Agent 间交互的最根本、最重要的方式是协商。只有通过协商才能保证 Agent 的自治性，在 Agent 之间达成双方都可接受的协定。协商实现了 Agent 的内部协调，并巩固加强了 Agent 间的合作。由于协商的广泛性及在应用中的重要性，协商理论覆盖了很大的范围，使用了多种方法(如人工智能、社会哲学、博弈论等)进行研究。
- ⑦执行模块：是协调模块产生的活动集的执行者，负责所有合作事件的处理。

由工作流管理系统实现, 管理 Agent 之间活动并协调 Agent 通讯层的各功能模块的行为。在该工作流管理系统中, 参与者为 Agent 通讯层的模块, 信息或任务作为触发事件, 而使用的规则由各企业自己决定。它与信息池、协商模块、协调模块共同构成 Agent 通讯层的信息处理及协调中心。

⑧外部通讯模块: 负责处理与所有其他 Agent 的通讯。功能包括: 通讯协议选择及频道的选择, 基本的通讯管理, 密码机制及 Agent 之间的安全通讯频道等。

## 2) 接口

接口即为 Agent 核心层与通讯层之间的内部通讯协议, 实现了 Agent 核心层与通讯层之间的信息交换。接口的使用保证了企业的私有信息不被侵犯。有效地保持了企业的自治性。

使用上述提出的 Agent 通用结构, 构建虚拟企业集成框架如图 2-6 所示。从图中我们可以看到, 在该虚拟企业集成框架中, 各成员企业只有 Agent 通讯层之间发生交互, Agent 核心层为私有部分, 仅与自己的通讯层发生联系, 这样既保证了各企业之间能够互操作及实时交换信息, 又保持了各企业的自治性。另外, 该框架的使用也实现了虚拟企业的可重用、可重组和可扩充, 使企业可以根据需要动态地进入或退出虚拟企业; 而且使企业根据需要同时参加多虚拟企业成为可能, 从而使企业获得最大的利益, 如图 2-6 所示, 企业 2 就同时参加了虚拟企业(1)和虚拟企业(3), 企业 3 同时参加了虚拟企业(1)和虚拟企业(2), 企业 6 同时参加了虚拟企业(2)和虚拟企业(3)。另外, 应该注意的是, 各企业间进行交互时也必须遵循某种通讯协议。

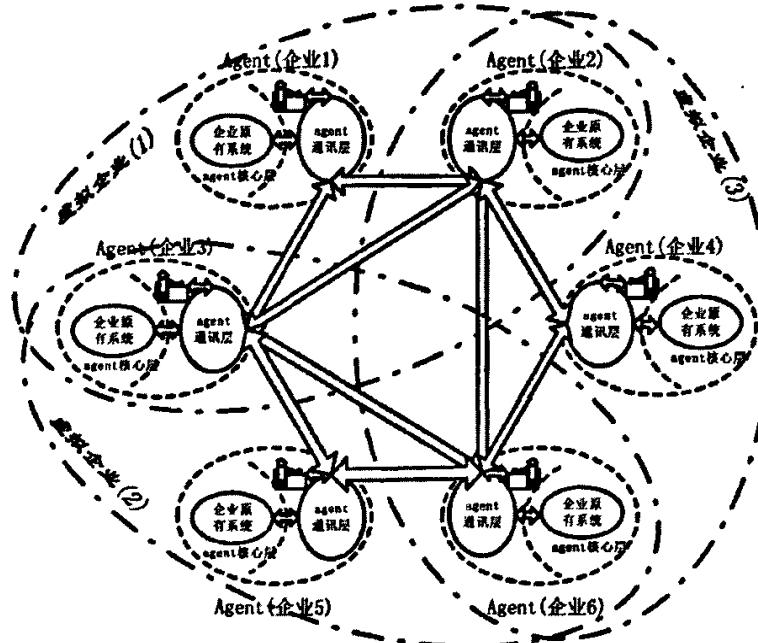


图 2-6 基于 Multi-Agent 的虚拟企业集成框架

## 2.5 本章小结

本章首先说明了 Multi-Agent 的概念及特征, 然后对 Multi-Agent 所主要研究的基本问题进行了探讨, 简要说明了 Multi-Agent 的优势, 在此基础上提出一种虚拟企业构建模型, 对由多 Agent 组建的虚拟企业必须具有的功能模块: 通讯模块、信息共享与信息安全管理模块、执行模块、STEP 模块、协商模块以及协调模块等进行了重点介绍。

## 第三章 虚拟企业的冲突

### 3.1 冲突

#### 3.1.1 冲突的概念和内涵

冲突是一种广泛存在的社会现象，它不仅存在于正式组织的各项活动之中，而且存在于人类社会活动的各种形式、各个层面、各个领域和所有主体之中。由于人们不同的社会存在所决定的不同的社会冲突意识，由于人们在研究冲突问题时对其成因、过程和后果的不同侧重，由于人们所追求的冲突管理目标的差异，使得社会学、人类学、经济学、政治学、哲学、管理学、心理学等学科对于冲突有着不同的诠释，即使组织行为学这门学科内部也有着多种不同的冲突定义。但是，如果我们从系统而全面的冲突管理视野出发，以冲突的内在矛盾运动状态为导向，以辩证唯物主义观点认识和剖析冲突，仍然可以找出冲突定义所包含的基本要素，归纳出具有共性的冲突本质内涵：

其一，冲突是不同主体或主体的不同取向对特定客体处置方式的分歧，而产生的行为、心理的对立或矛盾的相互作用状态。前者主要表现为行为主体之间的行为对立状态，后者主要表现为主体内部心理矛盾状态。

其二，组织的冲突是行为层面的人际冲突与意识层面的心理冲突的复合。客观存在的人际冲突必须经由人们去感知，内心去体验，当人们真正意识到对不同主体行为比较中的内在冲突、内心矛盾后，才能知觉到冲突。因此，冲突是否存在不仅是一个客观性问题，而且也是一个主观的知觉问题。

其三，冲突的主体可以是组织、群体或个人；冲突的客体可以是利益、权力、资源、目标、方法、意见、价值观、感情、程序、信息、关系等。

其四，冲突是一个过程，它是从人与人、人与群体、人与组织、群体与群体、组织与组织之间的相互关系和相互作用过程中发展而来，它反映了冲突主体之间交往的状况、背景和历史。冲突是在人与人之间的互动中所感知、所经历的。

其五，冲突的各方既存在相互对立的关系，又存在相互依赖的关系，任何冲突事件是这两种关系的对立统一状态。人们对于冲突管理，是以冲突各方的相互依赖关系为基础，相互对立关系状况的转化或诊治为重点，寻找矛盾冲突的正面效应并制约其负面效应，调整彼此的对立统一关系。

冲突在本质上是一个矛盾产生、发展和变化的动态过程。实际的冲突情形一般是从冲突的相关主体的潜在矛盾映射为彼此的冲突意识，再酝酿成彼此的冲突行为意向，然后表现出彼此显性的冲突行为，最终造成冲突的结果与影响，这样一个逐步产生、发展和变化的互动作用过程。组织冲突是由相互依赖、相互作用的不同冲突主体之间的差异性和矛盾性所引起的一种对抗情形的产生、发展与变

化的过程。

美国行为科学家庞地(Louis R. Pondy)把冲突的产生和变化的历程划分为五个可以辨认的不同发展阶段：潜在的对立或不一致，认知和个性化，行为意向，行为和结果。借鉴其观点，冲突的形成过程也可以看作循序渐进的五种不同冲突存在形态或五种不同性质冲突的升级、演变、反馈的闭环过程来认知，如图 3-1 所示。

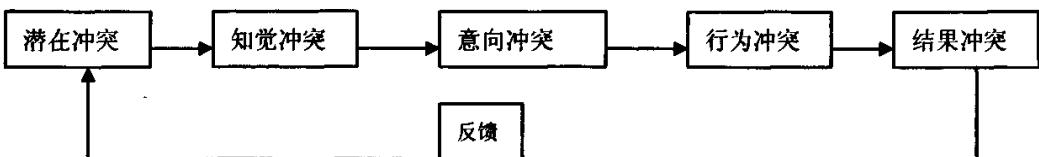


图 3-1 冲突的存在形态和演变过程

这也就是说，冲突实际上是由图 3-1 所示的持续变化的五种存在形态所构成。就冲突的形成过程和存在形态而言，冲突管理的研究对象应当包括潜在冲突、知觉冲突、意向冲突、行为冲突和结果冲突这些不同存在形态的冲突现象和冲突问题。潜在冲突形态是指冲突的萌生阶段，又称为冲突的潜伏期。其主要表现形式为发生交互关系和互动过程的不同主体，彼此间存在和积累了能够引发冲突的一些前提条件，这些前提条件并非必须导致冲突，但是它们却聚集了冲突的根源，是冲突产生的必要条件。一旦这类冲突的前提条件积聚到位，或者说这些交互作用主体潜在的对立或不一致处理不当时，冲突的过程就会开始，互动主体之间潜在的冲突（潜在的对立或不一致）就会逐渐转化成显在的冲突（显在的对立或不一致）。

知觉冲突形态是指冲突的认知期，是冲突主体对冲突的条件和根源——潜在冲突的认识和感觉阶段也就是说在冲突的这一阶段，客观存在的双方对立或不一致将冲突主体的主观所意识到，产生了相应的知觉，开始推测辨别是否会有冲突？是什么类型的冲突？是什么性质的冲突？等等。冲突的主体也已体验到紧张或焦虑，从而使冲突问题与矛盾明朗化，潜在冲突向显在冲突发生变化。在冲突过程中，冲突的主体在此阶段会在感知潜在冲突的基础上去认识和界定冲突，形成个性化的冲突认知和定性，极大地影响到后续的冲突行为意向和冲突的可能解决办法。

意向冲突形态又称为冲突的行为意向阶段。在此阶段，冲突主体主要是在自身的主观认知、情感与外显的行为之间，要做出究竟应采取何种行为的决策或特定行为意图取向的选择；也就是说，冲突主体在知觉冲突的基础上，依据自己对冲突的认识、定义和判断，开始酝酿和确定自己在处理冲突中的行为策略以及各种可能的冲突处理方式。当然，这一切多是站在特定立场，谋求有利于自身的冲突发展结局而展开的。显然，冲突主体的行为意向与冲突的实际行为并不是一回事，两者虽然关系密切，但由于主、客观多种因素的变化作用和影响，两者之间

并不存在必然的因果关系。但是，冲突主体恰当或不恰当的行为意向选择往往会导致其做出正确或不正确的冲突行为，从而造成不同性质和作用的冲突结果。日常生活中，很多冲突的升级或恶化的基本原因之一，即在于冲突主体把彼此之间的问题，进行了错误归因或错误地选择了对待对方的行为意向。

行为冲突形态又称为冲突的行为阶段或冲突的公开表现阶段。进入该状态后，不同的冲突主体在自己冲突行为意向和其它因素的导引影响下，正式做出一定的冲突行为，来贯彻自己的意志，试图阻止或影响对方的目标实现。也就是说，冲突的主体在此阶段自觉或不自觉地采取了公开的冲突处理行为，从而使潜在的冲突演变成为明显可见的公开冲突。此时的冲突行为往往带有刺激性、对立性和互动性，包括了不同冲突主体的说明、争辩、活动和态度等，往往一方有所行为，对方就会做出反应行为，双方处于一种公开可见的相互作用与施加影响的动态过程，从而形成了人们通常最容易认识、感受和强调的冲突形态。

结果冲突形态又称冲突的结果影响阶段，在此阶段，冲突主体的行为导致了冲突的最后结局。冲突的结果一般表现为作用性质不同的两种结果：一是功能正常的建设性冲突，促进了群体或组织绩效的提高；二是功能失调的破坏性冲突，降低或破坏了群体或组织绩效的提高。冲突的最后结果又会间接或直接地影响到冲突的主体，并反馈形成新的冲突的前提条件，酿造新一轮“潜在冲突”。单就冲突双方的关系来看，冲突的后果可以归结为胜—胜、负—负和胜—负这三种形式，冲突主体在冲突结果中会有不同的损益，冲突主体在一场冲突结束后由于面对的结局不同，从而会出现不同的反应或后续行为，所以冲突的结果并不一定意味着冲突的终结，而是埋下了“伏笔”。

## 3.2 虚拟企业冲突产生的原因

在虚拟企业中，成员企业可视为一个个的智能体，每个智能体是自治的，有着自己独立的结构。知识库和问题求解策略；但是每个智能体的资源、能力、信息是有限的，智能体之间必须通过一定的协调才能完成对整个问题的求解。冲突主要出现在企业组建和企业运作过程中，产生冲突的原因很复杂，如从构成要素看，除核心企业外，成员企业较多；从要素之间的关系看，虚拟企业是一个网络组织，要素之间有信息的互通、资源的集成等，因此会有多种因素诱导相互之间的冲突。

### 3.2.1 虚拟企业冲突的客观条件

虚拟企业各成员之间冲突的客观条件是其间的相互依赖性。相互依赖性是指两个主体之间的一种相互作用，其中一方任务的完成依赖于另一方任务的完成。虚拟企业各成员之间任务具有很强的相互依赖性，致使一方任务完成的结果会受到另一方的影响，其结果必然会相应的增加相互之间的协作、信息沟通和行为的

相互调整，而这些会导致大量的不确定性因素，其中的部分原因将引起冲突。正是这种相互之间紧密依赖性，充当了冲突的催化剂。如果一方的结果妨碍了另一方的行为，那么冲突就可能发生。同时，我们也应该看到，这种相互依赖性，是冲突发生的必要条件，而不是充分条件，是虚拟企业之间冲突的客观基础。

#### 3.2.2 虚拟企业冲突的一般原因

对于虚拟企业各成员企业之间的冲突，由于是多个成员企业在短时间内组织在一起完成某项产品开发或提供服务，期间不同的收益要求、价值观念、企业文化、组织结构、信息沟通等都有可能引起冲突，具体如下：

##### 1. 收益分配所引起的冲突

经济利益冲突是人类最古老的冲突，也是最根本的冲突。俗话说，“天下熙熙，皆为利来；天下攘攘，皆为利往”。物质世界里的资源和企业产出的有限性决定了经济利益冲突的客观存在。虚拟企业是一个以市场机遇为主要驱动力的暂时性的组织结构，对参与虚拟企业的各个成员来说，一般情况下，其根本目的是在所承担的投资与风险下，取得一定的经济收益。因此，虚拟企业的建立，也就意味着一个新的分配格局的产生。因不合理的收益分配而产生的冲突是虚拟企业最普遍和最直接的原因，可以说，在虚拟企业冲突中，不合理的收益分配是其中最敏感的成因，它所引起的冲突，往往具有很强的对抗性，冲突中的各方都不愿意放弃自己的利益立场。如何使虚拟企业各成员企业的收益真实地反映其所付出的投资与所承担的风险，实现“投资风险分担，收益共享”，以避免收益分配不公所引起的冲突便成为首要的问题。因此，化解虚拟企业之间的收益分配冲突便成为盟主的一项主要任务。

##### 2. 承担风险多寡引起的冲突

虚拟企业在运行的过程中，在单个企业所承担的风险基础上，如市场风险和技术风险等，又增加了彼此之间的合作风险，如管理方式的差异、地理位置的不同以及道德风险等。各成员企业所承担的风险的多寡，也是引起冲突的一个很重要的原因。

##### 3. 投入变化引起的冲突

成员企业在加入虚拟企业的时候，根据研发费用和一些别的费用，确定彼此的投入，在项目进行的过程中，投资额的变化没有及时反映到收益中，便埋下了冲突发生的导火线。

##### 4. 企业文化差异引起的冲突

文化(culture)是人们的生活方式和认识世界的方式。人们总是遵循各自已经习惯的行为方式，这些方式决定了生活中特定规则的内容和模型。企业文化是企业在形成和发展过程中，沉淀下来的一种精神力量。优秀的企业文化，对凝聚企业的员工，激励员工的士气都起着积极的作用。不同的企业所组成的虚拟企业，

尤其是两国或多国的企业所组成的虚拟企业，其文化的差异所引起的冲突更加明显。文化是人们的生活方式和认识世界的方式。人们总是遵循各自已经习惯的行为方式，这些方式决定了生活中特定规则的内容和模型。企业文化是企业在形成和发展过程中，沉淀下来的一种精神力量。优秀的企业文化对凝聚企业的员工，激励员工的士气都起着积极的作用不同的企业所组成的虚拟企业，尤其是两国或多国的企业所组成的虚拟企业，其文化的差异所引起的冲突更加明显。企业文化是在一定的社会经济条件下，企业在长期的生产经营及管理活动中，逐渐形成和发展起来并为绝大多数成员所认可、遵循的企业精神、价值观、理念、习惯、准则等，它是一个企业以物质为载体的精神现象。随着社会、经济和技术的发展，虚拟企业已成为企业发展的一种新选择，并且日益成为一支重要而活跃的力量，在经济发展中起着重要作用。然而，虚拟企业所面临的是多种文化的共同作用，这很可能会导致文化冲突，给虚拟企业的经营管理带来了困难。统计数表明已建立的虚拟企业中，有 16% 左右的虚拟企业寿命提前终止，其中由于文化差异造成的占主要成分。虚拟企业为企业的发展提供了机遇，但也带来了挑战，如何解决文化冲突、协调多种共存的文化，已成为人们关注的焦点。

#### 5.并行工程引起的冲突

虚拟企业的建立是以市场机遇为前提，一般以并行工程的方式提供产品或服务。由于采用并行工程，会产生以下冲突

(1)设计冲突是产品设计过程中存在着相互对立的关系。不同的成员企业参与设计，相互之间设计的结果无法匹配或设计的结果无法满足一定的功能目标、可制造性目标或可装配性目标等。

(2)过程冲突并行工程是对传统产品开发过程的一种重构，所以当产品在开发过程中，在时间传递上存在不协调时，就产生了过程冲突，即成员企业按照产品开发过程的计划本该完成的任务尚未完成，致使后续任务无法执行等。

#### 6.信息差异引起的冲突

信息差异是双方所获得的信息、了解的事实之间的差异。任何一项决策都要经过信息的收集、可行方案的设计和方案的选择等过程。其中，信息的采集是决策活动的第一步，它将为整个决策过程提供辅助支持。虚拟企业的各成员企业在信息的相互传递、采集、信息的占有等方面的差异，将导致其对相同的项目提出不同看法，具体的差异有以下几方面：

(1) 信息来源的渠道不同虚拟企业中各成员的信息有不同的来源渠道，有自上而下的信息，也有自下而上的信息，有正式的渠道，也有非正式的渠道。不同的信息来源渠道，信息的准确性和一致性会有很大的差异。

(2) 信息的非对称性虚拟企业的成员企业中的一方掌握着他方不知道的“私有信息”，其“私有信息”是由于一方的特殊地位所致，或由于其具有某方面的专业知识、技术专长等而获得。导致在合作的过程中，具有“私有信息”的成员企业由于惧怕“私有信息”泄露而不愿共享，将引起各合作方提供的设计、产品配件、装配等的不协调而引起冲突。

(3) 信息传递过程的偏差、失真与遗漏虚拟企业在整个信息传递过程中，经过的环节较多，每个成员企业会根据自己的实际情况，对信息进行一定的修改、筛选和解释，难免会发生一定的偏差和遗漏。例如对于供应链式虚拟企业，由于不准确(失真)的需求预测及相关信息在逐级传播中的放大，会使供应链式虚拟企业不能有效运作，这就是的 Bullwhip 效应，Bullwhip 效应通常会破坏市场正常的秩序。

#### 7.目标要求的差异引起的冲突

虚拟企业成员之间的目标有时不一致，存在一定的差异，将导致在合作的过程中，产生冲突。这种目标差异主要有以下一些方面：

(1) 不同的分工导致不同的目标虚拟企业是基于各成员企业的核心能力的原则组织起来的，各成员企业贡献自己的核心专长，负责产品或服务的某一方面，如负责设计的企业，负责生产的企业，负责销售的企业等，这种专业化的分工形成不同的各自目标是天经地义的事。

(2) 成员企业的本位主义导致目标的偏离虚拟企业在建立的过程中，总目标分解为各成员企业的分目标，但有的成员企业从自身实际利益出发，片面强调自己的目标，而忽视了虚拟企业整体的目标和其他成员企业的目标，造成分目标和整体目标的不协调，如未得到妥善解决，势必引起目标冲突。

### 3.3 虚拟企业冲突的特征

虚拟企业是一种动态性的虚拟化组织，在其运行过程中容易产生冲突，虚拟企业的冲突具有以下的特征：

(1) 冲突的多样性。

由于虚拟企业生产涉及职能不同的成员企业，导致其冲突也具有多样性，如知识冲突、资源冲突、目标冲突、过程冲突等。

(2) 冲突的关联性。

设计冲突之间存在着复杂的关系，主要表现有因果关系、平行关系或耦合关系。在解决某些冲突时，有可能引发其他类型的冲突。

(3) 不可避免性。

由于虚拟企业各合作伙伴自治性的存在，冲突不可避免。虽然不少学者已着手研究冲突的避免技术，但由于人类对未知领域认识的局限性，冲突只能在一定程度上避免，完全没有冲突是不可能的。

(4) 不确定性。

由于虚拟企业各个成员的自主性以及所处环境的不断变化，虚拟企业的冲突也具有不确定性。一个冲突的解决可能会引起新的冲突，新的冲突又可能牵连原来不属于冲突事件的合作伙伴。所以虚拟企业冲突的产生具有一定的客观性。

### 3.4 虚拟企业冲突发展的基本过程

冲突作为一种客观存在的过程，一般经历着以下3个阶段：潜在的冲突、感觉的冲突、显现的冲突等，也有将其分为四个阶段，即在感觉冲突前加上知觉的冲突。可见，冲突并不总是一种客观的、有形的现象，它最初只是存在于人们的意识之中，只有当某些条件改变了，使部分成员明显感觉不公平，显性的冲突才会表现出来。

第一阶段：潜在的冲突(latent conflict)。在虚拟企业某阶段之初，盟主根据相关事项以及可预见的风险和投资额，本着“投资风险分担，收益共享”的原则分派任务。由于各成员企业参与组成虚拟企业的目的，主要是为了将来的获益，而未来收益的不确定性，便预示着成员企业之间蕴藏着冲突的事项。可以说，潜在的冲突随时都存在，在这阶段，由于冲突的隐蔽性，可能没有引起人们的注意，使得预防工作难见成效。

第二阶段：感觉的冲突(felt conflict)。冲突的出现已被双方隐隐感觉到和观察到，此时双方可能会表现出愤愤不平，开始考虑、计算、判定自己的得失并同别的成员进行比较等等。在此阶段，冲突双方都不得不面对如下选择：面对冲突或回避冲突。对冲突的认知程度和所持有的态度对冲突的解决至关重要。

第三阶段：显现的冲突(overt conflict)。感知的冲突在没有及时处理和解决的情况下，冲突关系激化和表面化。

### 3.5 虚拟企业冲突的分类

#### 3.5.1 虚拟企业中的文化冲突

企业文化是在一定的社会经济条件下，企业在长期的生产经营及管理活动中，逐渐形成和发展起来并为绝大多数成员所认可、遵循的企业精神、价值观、理念、习惯、准则等，它是一个企业以物质为载体的精神现象。尤其当企业跨国经营时，员工的不同文化背景使文化差异成为一个影响管理效果的重要因素。文化差异的客观存在，势必会在企业中造成文化冲突。所谓文化冲突是指不同形态的文化或者文化要素之间相互对立、相互排斥的过程，它既指跨国企业在本国经营时与东道国的文化观念不同而产生的冲突又包含了在一个企业内部由于员工分属不同文化背景的国家而产生的冲突。从国际企业管理学的角度看，文化冲突形成原因是国际企业经理人员在不同文化背景下经营所必须避免与很好解决的问题，否则必然发生文化冲突。企业跨国经营由于存在文化冲突，如缺乏有效管理，还会造成国际企业市场机会的损失和组织结构的低效率。在内部管理上，由于人们价值观、生活目标和行为方式的不同必将导致管理费用的增大，提高企业管理运行的成本。对外经营上，由于语言、习惯、价值等文化差异使得经营环境

更加复杂，从而加大市场经营的难度。随着社会、经济和技术的发展，虚拟企业已成为企业发展的一种新选择，并且日益成为一支重要而活跃的力量，在经济发展中起着重要作用。然而，虚拟企业所面临的是多种文化的共同作用，这很可能导致文化冲突，给虚拟企业的经营管理带来了困难。统计数表明已建立的虚拟企业中，有 16% 左右的虚拟企业寿命提前终止，其中由于文化差异造成的占主要成分。虚拟企业为企业发展提供了机遇，但也带来了挑战，如何解决文化冲突、协调多种共存的文化，已成为人们关注的焦点。

#### 1) 虚拟企业产生文化冲突的原因

(1) 以自我为中心的管理。管理与其说是一门科学，不如说是一门艺术，真正有效的管理是根据具体情况而进行管理。如果虚拟企业中的成员企业认为自己文化价值体系优越，坚持以自我为中心的管理观对待与自己不同文化价值体系的企业伙伴，必然会导致合作失败。

(2) 知识表示。知识共享是虚拟企业合作的前提。虚拟企业的成员往往分布在不同的区域，他们之间的协作主要依赖于都可理解的共享的知识。但知识表示并不是用具体的实物，而是用表示知识的符号，若这种符号事先没有清楚地成为一种共识，则往往会使成员企业间发生误解导致企业间不协调，从而引发各种问题。

(3) 信息交流。在虚拟企业内部涉及到企业间的信息交流，而成员企业地理位置上的分布性，使成员企业间难以进行“面对面”的直接交流，这不利于企业间的了解，很容易产生误会和隔阂。

(4) 文化态度。每个企业都有着自己独特的文化，当一个企业从一个文化域进入一个多元文化域时，必然遇到与自己的文化观不同的企业，能否正确理解和接受特定文化影响就成为与伙伴企业共生的关键。

(5) 激励机制。激励就是在满足个体某些需求的情况下，个体付出很大的努力去实现组织目标的某种意愿。就虚拟企业而言，有效的激励能调动成员企业的积极性。但虚拟企业中的成员远比实体企业中的成员复杂得多。比如：对于一个企业来说，工资可能是其调动员工积极性的关键因素，但每个企业由于文化不同而导致对工资的态度和政策不同，有的企业除了希望加薪外，也很重视培训和接受新教育。

(6) 价值观。价值观不同是导致跨文化冲突的根本原因。价值观是人们对是与非、好与坏、对与错的基本判断。价值观是文化中最深层的一部分，它支配着人们的信念、态度和行动，是决定人们所持看法和所采取行动的根本出发点。不同的企业员工具有不同的价值观，员工之间的冲突本质上是价值观的冲突。对虚拟企业来说，由于智能自主体 (Agent) 可以部分的模拟人所具有的功能，因此不同的成员 Agent 之间的也拥有不同的价值观。

(7) 思维和工作习惯。随着虚拟企业的日渐壮大，跨国企业的加入成为必然趋势。不同的国家和民族，当然具有不同的思维方式和工作习惯，从而各个虚拟企业的成员 Agent 也有了不同的思维方式和习惯。思维和工作习惯不同是跨文化

冲突的重要原因。思维模式和工作习惯是民族文化的具体表征。世界著名管理咨询专家理查德·刘易斯把世界文化粗略分为三种,即单线活动型(linear-actives)多线活动型(muliti-actives)反应型(reactives)。单线活动型是指那些用直线的方式制定计划、安排日程、组织工作,在一个时间只做一件事情的人。德国和瑞士人属于这类人。多线活动型是指那些活泼、爱说话的人。他们在短时间内做许多事情,在工作过程中,不是根据时间表而是根据每件事情的情绪或重要性来安排顺序。意大利、拉丁美洲和阿拉伯人属于这类人。反应型是指那些行事时比较注重礼貌和礼节的人。他们能静静地倾听对方的发言,并对不同的建议谨慎地作出反应。中国、日本和芬兰人属于这类人。以上三类人以不同的方式获取信息,单线活动型主要依靠数据,多线活动型主要依靠面对面的交流和对话。反应型综合上述两种方法,不同的文化背景决定了不同的思维和工作习惯,不同思维和工作习惯造成企业经营方式的差异,同时也造成了经营中的跨文化冲突。

## 2) 虚拟企业中文化冲突可能导致的后果

(1) 消极合作。文化冲突影响了成员企业管理者间的和谐关系,成员企业管理者也许只是按照呆板的合同控制企业的运行,对其它企业的运作更不关心,这样,虚拟企业间的协作很难进行,整体目标也难以实现。

(2) 非理性反应。若某个成员企业的管理者不能正确对待文化冲突,就会凭感情用事。这种非理性的态度容易引发其它成员企业的报复,结果误会会越多,对立与冲突也更趋剧烈。

(3) 怀恨心理。对于已发生的冲突,冲突双方如果不能耐心地从彼此的文化背景中寻求文化“共识”,而一味抱怨对方,结果只会造成普遍的怀恨心理。虚拟企业中的文化冲突,对任一个成员企业来说,无疑是巨大的挑战,如不能及时响应市场、完成整体目标,而造成市场机会的损失。

(4) 联盟解体。企业文化是一种行为准则、价值观念和道德规范,凝聚企业员工的归属感、积极性和创造性,引导企业员工为企业的发展而努力,它体现为管理中的最高层次。若成员企业间的文化冲突得不到合理解决,成员企业的归属感及其合作环境也得不到保证,合作最终会以失败而告终。事实上文化差异是客观存在的,对虚拟企业的发展有重大影响。但这种影响并不一定都是负面的,只有当文化差异未得到合理控制或管理,继而演化为文化冲突时才对企业的经营产生破坏性的影响<sup>[16]</sup>。

### 3.5.2 虚拟企业中的目标冲突

对于虚拟企业来说,盟主以及每个成员企业所实现的目标都不可能完全相同,但是虚拟企业的目标是要实现“共赢”,讲究收益分配均等,让成员企业感到公平,才能达到虚拟企业的目标。但是在实际的运作中,效益与公平的冲突却是一直存在的。效益与公平的关系,既是经济问题,也是社会问题,更是伦理问题。效益强调的是资源的有效利用和有效配置。公平则不是纯粹的经济学概念,含有伦理

和社会学的意义。对于虚拟企业来说包括收入分配公平、资源配置公平、投标机会均等以及项目评价公平等内涵。效益目标和公平目标存在着明显的矛盾和冲突。效益优先，必然会加剧各成员企业之间各种差距扩大，资源流向配置效率高的成员企业，势必造成个成员企业之间、成员企业内部部门之间、盟主和成员之间的差距拉大和收入分配差距的加剧；如果把公平作为优先考虑目标，把消除收入分配差距放在优先地位，则必须加大对技术落后、资源配置效率低的成员企业的照顾，从而使得对技术先进、资源配置效率高的成员企业投入减少，这样势必会引起某些成员企业的不快，让他们感到不公平，从而引发冲突，而虚拟企业就面临解体的危险。

虚拟企业成员之间的目标有时会有差异，这种差异主要有以下两方面：

(1) 分工不同导致目标不同。

虚拟企业是基于各成员企业的核心能力的原则组织起来的，各成员企业贡献自己的核心专长，负责产品或服务的某一方面，如负责设计的企业，负责生产的企业，负责销售的企业等，这种专业化的分工形成不同的各自目标是天经地义的事。

(2) 成员企业的自我主义导致目标的偏离。

虚拟企业在建立的过程中，总目标分解为各成员企业的分目标，但有的成员企业从自身实际利益出发，片面强调自己的目标，而忽视了虚拟企业整体的目标和其他成员企业的目标，造成分目标和整体目标的不协调，如未得到妥善解决，势必引起目标冲突。

### 3.5.3 虚拟企业中的资源冲突

当产品设计、生产调度所需的资源本身不足，或对资源需求的规划与调配不合理时，就会产生冲突。例如，假设一个成员企业 A 在  $t_1$  时刻需占有资源 S，在  $t_2$  时刻让出资源；另一个成员企业 B 在  $t_3$  时刻需占有资源 S，在  $t_4$  时刻让出，若  $t_A$  时段 ( $t_2 - t_1$ ) 与  $t_B$  时段 ( $t_4 - t_3$ ) 的交集不为空，则说明存在资源冲突。

在虚拟企业的运作中，一定要做到资源配置的优化、合理化，一个成员或某些成员不可能长期的占有资源，成员企业之间要懂得“谦让”资源，不能有自我主义的做法，否则虚拟企业的目标将很难实现。因此，合理的配置资源是虚拟企业中实现资源冲突的预防或者说预消解。

## 3.6 本章小结

本章首先引出了冲突的概念及内涵，阐明了虚拟企业冲突产生的客观条件是其成员之间的相互依赖性，然后分析了虚拟企业冲突的一般原因；讲述了冲突的发展过程，分为：潜在的冲突、感觉的冲突和显现的冲突三个阶段；最后说明了虚拟企业冲突的分类。

## 第四章 基于 Multi-Agent 技术的虚拟企业冲突消解

### 4.1 虚拟企业冲突消解的必要性

虚拟企业实施冲突处理，是其生存的客观需要，任何忽视冲突、逃避冲突和放任冲突的思想和行为都是有害的和不可取的。理论上，破坏性冲突往往给企业组织发展带来不良的后果，具有消极作用；建设性的冲突对企业的发展带来积极的影响。然而现实情况并非如此简单，由于管理人员认识不足或处理不当，许多建设性的冲突也给组织的发展带来了很大的破坏性。另外，成员之间的冲突，客观上容易引起虚拟企业的内耗。因此，无论在什么情况下，对冲突都不能听之任之。若对冲突放任不管或管理不善，成员企业之间的协作关系必然遭到破坏。

据美国的组织学家施米特等人研究表明，每位管理者大约 20%以上的时间用于处理和解决组织中的冲突问题，他们认为，冲突处理与计划、沟通、激励和决策同样重要，甚至比后者更重要。

若虚拟企业成员之间的冲突过多又得不到适当的消解，显然具有很大的破坏性，主要的弊端有以下几点：

(1)不利于在预定的时间内，推出产品或相关服务。虚拟企业需要各成员企业在目标基本一致情况下，加强协作，和平共处，完成任务，过多的冲突，会延误及时推出产品或相关服务的时机。

(2)竞争优势的丧失虚拟企业是各成员企业贡献自己的核心能力，形成一个有机的整体，其目的是为了发挥组织的整体效益和群体优势，实现  $1+1>2$  的效应。虚拟企业之间过多的冲突，不利于其间的合作，不能有效地形成群体优势。

(3)过多的冲突，可能导致虚拟企业解体虚拟企业的解体，则显示了合作的不成功，虽然，虚拟企业是动态的，成员有加入和退出的权利，但关键成员的退出，则预示着虚拟企业的失败。

在当前竞争异常激烈的情况下，对虚拟企业冲突问题的处理，关键是对冲突过多这种情况进行处理，促使虚拟企业各成员同舟共济，合作相处，迅速抢占市场，实现既定目标。

### 4.2 常用的冲突消解方法

#### 4.2.1 传统的冲突消解方法

##### (1) 回溯法

回溯法是一个既带有系统性又带有跳跃性的搜索算法。它在包含问题的所

有解的解空间树中,按照深度优先的策略,从根结点出发搜索解空间树。算法搜索至解空间树的任一结点时,总是先判断该结点是否肯定不包含问题的解。如果肯定不包含,则跳过对以该结点为根的子树的系统搜索,逐层向其祖先结点回溯。否则,进入该子树,继续按深度优先的策略进行搜索。回溯法在用来求问题的所有解时,要回溯到根,且根结点的所有子树都已被搜索遍才结束。而回溯法在用来求问题的任一解时,只要搜索到问题的一个解就可以结束。这种以深度优先的方式系统地搜索问题的解的算法称为回溯法,它适用于解一些组合数较大的问题[24]。

在 Multi-Agent 系统中,当出现结论冲突时,需要回溯技术找到回溯节点,修改不相容的环境及相应的结构模型,以消除冲突。回溯技术有顺序回溯和相关制导回溯两种。在顺序回溯过程中,总是先考虑最近的节点,这可能导致回溯量过大;相关制导回溯是根据对消除不一致最有利的节点来回溯,而不考虑无关的节点,因此相关制导回溯有更高的回溯效率。

### (2) 约束松弛法

这种方法取决于赋给目标约束的静态权值,当系统发现冲突时,在保持约束权和最小条件下,放宽一些约束条件,从而有利于消除冲突。约束松弛法的缺陷是:用数值表示冲突消解知识不直观,且难以理解;在 DAI 系统中,不同专家给出的权值的语义可能不同<sup>[25]</sup>。

冲突避免技术无法消除所有的冲突发生,冲突发生后需要采取处理冲突消解机制来处理。由于在本文中虚拟企业是基于 Multi-Agent 系统的,智能体之间存在冲突时,考虑到了各自的求解目标和利益目标,采用传统的消解方法(如约束松弛法)往往会造成某个智能体求解目标和利益目标的改变,当这种改变不利于其完成任务时,这个智能体可能会拒绝接受约束松弛,从而导致消解失败。因而约束松弛有其使用的局限性,一般适合于成员企业内部冲突消解或耦合度较小的冲突消解,对于耦合度较高的冲突则采用知识推理或协商的方法进行消解。

## 4.2.2 现今的冲突消解方法

由于冲突的种类越来越繁多,形式越来越多样化,传统的消解方法又有各种缺陷,已经不能适应当今虚拟企业的需要。因此,最近几年一些专家学者们提出了新的冲突消解方法,主要有以下几种:

### 1) 知识推理

基于知识的推理是在知识库和数据库的支持下,它广泛应用于各领域的技术,主要包括基于规则的推理(RBR)、基于事例的推理(CBR)。知识推理实现过程中,首先采用基于规则的冲突消解方法;对冲突关联复杂,耦合度高,难以采用 RBR 方法消解的冲突,采用基于事例的冲突消解方法。

#### (1) 基于规则的推理方法(RBR)

在虚拟企业运作中,存在着多种领域知识,智能体的领域知识通常可以以规

则的形式进行表达,形成知识库。因此,在一定的推理机制的支持下可辅助智能体进行冲突消解。RBR 在实现的过程中相对于 CBR 要容易。因此, RBR 已成为协同设计过程中冲突消解经常采用的简单、有效的方法。在 RBR 冲突消解过程中,消解规则通常表示为: IF<Condition>THEN<Resolution method>。其中<Condition>是对冲突的高度概括, <Resolution method>则是相应的冲突消解策略。

## (2) 基于事例的推理(CBR)

CBR 是对人类认知过程的模仿。CBR 支持经验本身和场景本身的描述和记忆,而且具有很强的扩充性和自适应性,这一点对一些知识无法表达、规则难以提取的推理非常有效。这个过程可以分为以下几步:

识别新问题的特征,并指定一个索引;根据索引从事例库中检索相似的事例;修改相似事例以满足新问题;检验这个解,若满足,则加入到事例库中,否则分析失败原因,并根据需要,按一定的策略对相关环节作适当的修改。修改后的冲突解决实例立即存入实例库,可用于解决今后类似的冲突问题。这一过程实际上就是基于事例的学习过程。

结合多智能体技术对事例推理过程进行分析,将 CBR 推理过程的六个主要环节分别对应于六个不同的 Agent,如图 4-1 所示。不同的 Agent 各施其职,各尽其责,可同时运行而又互不影响。CBR 推理过程包含如下智能体:

①事例检索 Agent。对事例库中的事例进行检索,找出相似事例集;整个过程要记录相关的冲突和解决方法,存入事例库中,对事例库进行扩充,同时采用数据挖掘技术,对事例中获得的结果进行知识发现,扩充知识库,提高系统处理冲突的能力。

②事例转换 Agent。进行转换操作,即事例的复用,对目标事例进行求解。

③事例保存 Agent。转换成功,即满足目标事例的要求,就将新的事例存入事例库。

④事例修正 Agent。找出源事例与目标事例的差别。

⑤事例评价 Agent。保证不会产生与目标事例完全不相容或无关的事例,

并根据匹配的结果,采用多属性决策方法对候选事例进行排序,选出分值最高的事例作为解决新问题的依据。输出前还应对其正确性和可行性进行评价,决定输出方案或进行重新检索。

⑥事例匹配 Agent。将新事例的内容与候选事例集合的特征进行匹配,对特征描述符的相似度和事例的整体相似度进行评估。①评估新事例与旧事例的对应描述符的相似度。依据函数或规则,确定新事例与旧事例的各个对应描述符之间的相似度。在此,每一个事例的特征描述符集合包含  $N (N>0)$  个特征描述符,当事例的描述符与问题的描述符的关系是大于或等于时,相似度取 1,否则为 0。知识推理的冲突消解中,我们采用产生式规则进行描述虚拟企业冲突知识,并建立知识库存储规则和事例,采用正向推理,从已知的信息出发,选用知识库中合适的知识,逐步求解冲突问题。正向推理过程中,用户将求解的问题的相关信息

存入数据库，推理机根据这些信息，从知识库中选取适用的知识，得出新的信息存入数据库，再根据当前状态选用知识，如此反复，直到求出解为止。②评估新旧事例的整体相似度。主要由事例中的描述符集合的描述符单元的语义及内容决定。每个描述符的权重依据其对决策问题的重要程度赋值，由专家在设置事例数据库时预先定义，取值范围为 0-1 是权重的最大值。当事例描述符与问题描述符无一匹配时，其相似度取值为 0。根据匹配函数可求得整体相似度。

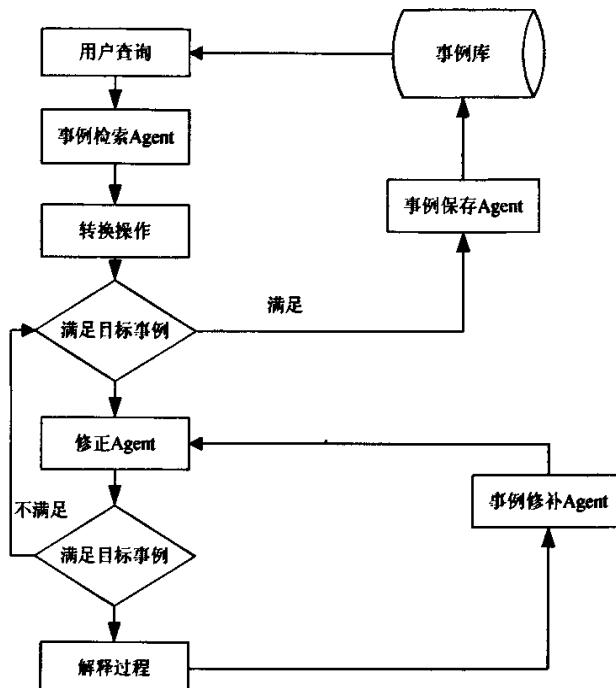


图 4-1 基于 Multi-Agent 的 CBR 过程

事例推理冲突解决的解决过程是：根据事例评估的结果，获得类似的或者相同的冲突解决方案，吸取以前解决此类冲突的经验，快速得到当前冲突解决方案。输出的方案需要转化为 KQML 格式，发送到相应应用 Agent。输出方案的同时，将新问题及解决方案存储在事例库中。对用户提交的查询，当不可能从源事例库中找到结果时，多智能体 CBR 转向解释过程，调用事例修补 Agent 进行事例的修补，在极端情况下，或者干脆放弃事例库，转向用户输入。

## 2) 协商

### (1) Multi-Agent 之间的通信机制

通信是协商的基础，多 Agent 系统的通信方式主要有无通信(No Communication)模式、黑板(Blackboard)模式、消息传递(Message Passing)模式和方案传递(Plan Passing)模式等。

#### ①无通信(No Communication)模式<sup>[30]</sup>

Agent 通过“理性”思考和推理而不以通信的方式，得到其它 Agent 的任务方

案或计划。这种模式适用于 Agent 目标之间没有实质性的冲突的情形。显然，基于这种模式的 Agent 系统是一个紧密耦合的系统，各 Agent 之间或者都是完全“透明可见”的或者它们需要不断地思索和推理其它 Agent 所有的行动计划，而后者则可能带来并发理性推理的高计算复杂度。这往往会造成系统实现困难、性能降低、系统功能和规模不易扩展等限制和缺点。因此，这种系统基本上不具备 Agent 系统的优越性。故而，在实际的多 Agent 系统中较少使用。

### ②黑板 (Blackboard) 模式

黑板系统是传统的人工智能系统和专家系统的议事日程的扩充，通过使用合适的结构支持分布式问题求解。在多 Agent 系统中，黑板是指一个可供 Agent 发布信息、公布处理结果和获取有用信息的共享区域，Agent 之间可以交换信息、数据和知识。开始一个 Agent 在黑板写入信息项，然后可为系统中其它 Agent 使用。Agent 可以在任何时候访问黑板，看看有没有新的信息到来。它并不需要阅读所有信息，可以采用过滤器抽取当前工作所需要的信息。Agent 必须在访问授权中心站点登录。在黑板系统中 Agent 之间不发生直接通信。每个 Agent 独立地完成它们答应求解的子问题<sup>[31]</sup>。

其工作原理如图 4-2 所示。

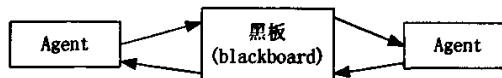


图 4-2 黑板模式

黑板可以用在任务共享和结果共享系统中，它提供了一种比较灵活、迅速和高效的通信方式，但由于 Agent 的个性不同，知识库及计算处理能力有异，要求它提供灵活的公用信息表示机制；另外它的事件驱动性还要求集中控制机构，这使得其实现和运行代价较大。

### ③消息传递(Message Passing)模式

这是目前软件系统(尤其是面向对象系统)中常用的传统方法，例如：(远程)过程调用、(远程)函数调用等。Agent 使用一组事先约定的格式和规则通过消息形式相互传递计算请求和处理结果，当特定状态出现或预先定义的事件发生(比如 Agent 收到其它 Agent 发来的消息，或者 Agent 感知到环境的某些变化)时，这些规则就会被激活，Agent 于是采取相应的行动。该模式通常都以某一方 Agent 为任务中心，其它 Agent 则向该中心请求服务。其优点是高效、可支持分布式计算和移动计算；但缺点却是不灵活、不便于扩展，以及不利于 Agent 合作等。

### ④方案传递(Plan Passing)模式

在相互协作的 Agent 之间，一方通过给对方传递其整个任务方案，相互取得对问题的一致理解和相应的解决方案。这种模式常见于分布式计算 DAI 应用中。尽管它可使 Agent 的合作求解比较容易实现，但它却有许多缺点，比如：传递方案带来的时空开销较大，传输过程易出错，不灵活，无法在状态多变、不确定的

现实环境下应用等。

以上几种模式具有一些共同的缺点,即它们都不能或很难明确表达问题空间的语义和 Agent 通信的语义。它们都需要与 Agent 自身的求解逻辑融合成一体才能实现通信任务。显然,这是不利于支持 Agent 系统的灵活性、可扩充性和异构性的。现在有许多场合都利用 Agent 通信语言(Agent Communication Languages, ACL)来实现 Agent 之间的通信,因为 Agent 可以通过某种高级的通信语言来表达它关于其生存环境的认识、观念、态度、它的知识、解题能力、合作愿望和方式、情感和它对问题空间的理解和定义等。这种专门用于 Agent 通信的语言称为 Agent 通信语言。这是该模式有别于上述其它模式的显著特征,它较好地满足了 Agent 通信的基本要求,其特点是灵活、通用、支持知识共享和 Agent 合作等<sup>[32]</sup>。

## (2) Multi-Agent 之间的协商

协商是人类群体协作求解问题最常用的方法之一,当人们对事物持有不同的观点、看法或出现严重分歧时,往往先通过协商来解决分歧。协商过程一般是:分歧的甲方根据自身知识提出一种解决方案;乙方经权衡后决定是否接受这一方案。若无异议,则乙方接受甲方的建议,双方达成一致;若乙方认为甲方提出的方案与自己的方案相差甚远,双方根本没有调和余地,它可以拒绝接受甲方的方案,则双方只有谋求其它分歧解决方法,如通过权威来协调;若乙方能部分地接受甲方的方案,他可对方案中一些自己认为不妥的地方提出他的解决方案,再征求甲方的意见;通过多次协商,分歧将越来越小直至最后得出双方都能接受的方案为止。

协商对于分布式问题求解(DPS)和 Multi-Agent 系统来说,都是实现协作和消解冲突的关键环节,仅协商的概念提法不尽相同,这主要是由于两个领域对问题处理方式不同造成的。DPS 研究者把协商看作为是任务分配、资源分布以及决定主体所要承担责任的一个重要机制。MA 的研究者将协商看作为在共同目标规划下的工作共享,或解决有限资源引起冲突的一个重要方式。Durfee 和 Lesser<sup>[26]</sup>给出了一个一般性的协商定义:“利用相关的结构化信息的交换,形成公共观点和规划的一致,即是一组自治主体协调它们的世界观点及相互动作来达到它们目的的过程”。

在上文中提到过,传统的冲突消解方法已经不能很好的解决冲突问题,人们也在不断寻找着更合适更有效的方法,其中基于协商的冲突消解是比较重要、比较核心的一种消解方式。

## (1) 基于冲突知识的协商

J.V.Harrington 和 H.Soltan<sup>[27]</sup>提出了一种基于知识的协商策略,用于一个并行工程设计环境中,用来解决设计过程中不同专业知识主体之间的冲突,并采用了基于事例的推理技术。KleinM. 和 Y.Lu<sup>[28]</sup>综合了适合特定领域的和一般性的冲突消解策略,将冲突分层,一般性冲突在层次的顶端,而领域性冲突在层次的底端,当系统发现冲突存在,先从冲突层次底端开始寻求消解策略,若领域冲突消解策略不能有效地解决冲突,使用一般消解策略。

### (2) 基于代价的协商

G.Zlotkin 和 J.S.Rosenschein<sup>[29]</sup>提出一个理论协商模型和协商协议, 该模型适合于非协作领域理性(rational)主体, 即使在冲突情况下, 主体仍然能部分地协调它们的行为。但模型施加的限定条件过于严格, 比如主体的目标是固定不变的(Fixed Goals)以及每一主体知道所有相关的信息(Complete Knowledge)等。而这些前提条件在 DAI 实际应用中很难得到满足。后来, Zlotkin 和 Rosenschein 对他们先前的研究成果进行了改进, 提出了一种新的协商方法, 使得主体可以放宽它们的初始目标, 并且可以部分地实现它们的目标。这种方法的一个关键成份是代价的概念, 用代价值定义整个或部分实现目标。

### (3) 多级协商

美国麻省大学的 S.E.Conty 等 1986 年提出一种“多级协商”协议, 以协作地解决资源分配冲突, 这是一分布规划问题, 应用领域为对复杂通讯系统的监控。当通信系统出现线路故障时, 每个主体可以通过多级协商识别由于资源限制而无法恢复的线路情况, 或者相互协作进行分布式规划来恢复通信线路, 每个主体能够获取足够的知识, 就局部活动对非局部状态的影响进行推理, 并相应修改自身的行为。

## 4.2.3 基于移动 Agent 技术的冲突消解

### (1) 移动 Agent 简介

20 世纪 90 年代初由 General Magic 公司在推出商业系统 Telescript 时提出了移动 Agent 的概念。简单地说, 移动 Agent 是一个能在异构网络中自主地从一台主机迁移到另一台主机, 并可与其他 Agent 或资源交互的程序, 实际上它是 Agent 技术与分布式计算技术的混血儿。移动 Agent 可以迁移到服务器上, 与之进行本地高速通信, 这种本地通信不再占用网络资源。移动 Agent 迁移的内容既包括其代码也包括其运行状态。运行状态可分为执行状态和数据状态: 执行状态主要指移动 Agent 当前运行的状态, 如程序计数器、运行栈内容等; 数据状态主要指与移动 Agent 运行有关的数据堆的内容。

移动 Agent 具有很多优点, 移动 Agent 技术通过将服务请求 Agent 动态地移到服务器端执行, 使得此 Agent 较少依赖网络传输这一中间环节而直接面对要访问的服务器资源, 从而避免了大量数据的网络传送, 降低了系统对网络带宽的依赖。移动 Agent 不需要统一的调度, 由用户创建的 Agent 可以异步地在不同节点上运行, 待任务完成后再将结果传送给用户。为了完成某项任务, 用户可以创建多个 Agent, 同时在一个或若干个节点上运行, 形成并行求解的能力。此外它还具有自治性和智能路由等特性。

### (2) 移动 Agent 系统的结构

移动 Agent 系统由移动 Agent 和移动 Agent 服务设施两部分组成。移动 Agent 服务设施基于 Agent 传输协议(Agent Transfer Protocol)实现 Agent 在主机间的转

移，并为其分配执行环境和服务接口。Agent 在服务设施中执行，通过 Agent 通信语言 ACL(Agent Communication Language) 相互通信并访问服务设施提供的服务。

如图 4-3 所示，移动 Agent 体系结构可定义为以下相互关联的模块：安全代理、环境交互模块、任务求解模块、知识库、内部状态集、约束条件和路由策略。体系结构的最外层为安全代理，它是 Agent 与外界环境通信的中介，执行 Agent 的安全策略，阻止外界环境对 Agent 的非法访问。Agent 通过环境交互模块感知外部环境并作用于外部环境。环境交互模块实现 ACL 语义，保证使用相同 ACL 的 Agent 和服务设施之间的正确通信和协调，而通信内容的语义与 ACL 无关。Agent 的任务求解模块包括 Agent 的运行模块，以及与 Agent 任务相关的推理方法和规则。知识库是 Agent 所感知的世界和自身模型，并保存在移动过程小获取的知识和任务求解结构。内部状态集是 Agent 执行过程中的当前状态，它影响 Agent 的任务求解过程，同时 Agent 的任务求解又作用于内部状态。约束条件是 Agent 创建考为保证 Agent 的行为和性能而做出的约束，如返回时间、站点停留时间及任务完成程度等，一般只有创建者拥有对约束条件的修改权限。路由策略决定 Agent 的移动路径，路由策略可能是静态的服务设施列表(适用于简单、明确的任务求解过程)，或者是基于规则的动态路由以满足复杂和非确定性任务的求解。

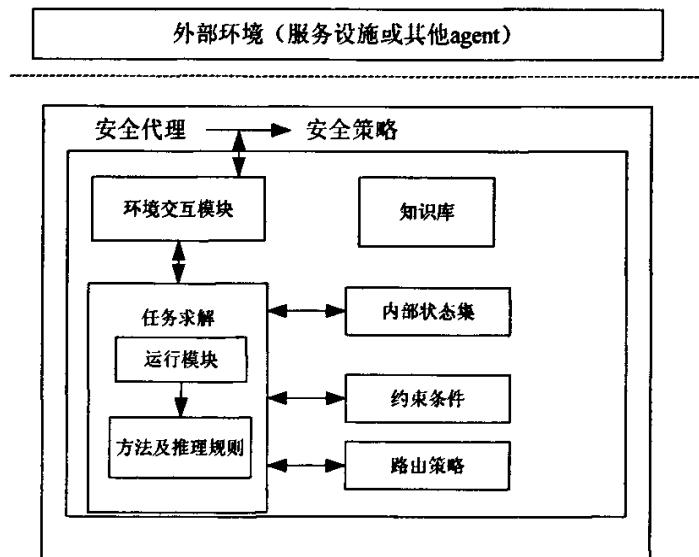


图 4-3 移动 Agent 结构模型

### 3. 利用移动 Agent 进行冲突消解

移动 Agent 技术突破了传统的分布式计算的制约，对处于复杂网络环境下的大规模的协作信息系统建设具有重要的意义，将移动 Agent 技术引入虚拟冲突消解中，各个 Agent 代表各个成员，可以更高效，更安全的进行协商和交互。同时由于移动 Agent 的特性，在各成员的交互中，每个成员所处环境的差异将被屏蔽，

具有语义上的一致性。本地成员可以派遣 (dispatch) 一个 Agent 到想要协商的 Agent 的结点处, 通过另一个 Agent 的中介 Agent 在结点处进行协商和交互, 这样使信息的透明度得到了保证。其次, 为了提高虚拟企业的效率, 特别是减轻并发网络带宽的要求和减少网络延时, 采用了移动 Agent 技术, 各 Agent 仍然可以移动到所要访问的信息资源所在的结点上, 通过与代表他的信息 Agent 交互而获取所需信息, 然后再将信息返回给用户或存入本地信息库, 这样和基于事例的推理就联系了起来, 从而达到共同消解冲突的目的。

### 4.3 虚拟企业冲突消解模型的建立

冲突定义为能导致特定结果的一组特征及属性的集合, 不同环节的冲突表示和结构差异较大。我们用一多元组  $C=<A, E, S, R, F, D>$  表示解决多智能体进行消解的冲突。其中  $A_g=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  是非空有限集合, 为冲突消解所涉及的智能体;  $E=\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$  是一有限集合, 为智能体处理的冲突事件;  $S=\{s_1, s_2, \dots, s_l\}$  是非空有限集合, 为与冲突相关的特征;  $F$  为冲突的类别。 $D$  是一权值, 表示此冲突的急迫程度, 且  $0 \leq D \leq 1$ ;  $R=\{r_1, r_2, \dots, r_l\}$  是一有限集合, 表示由特征  $S$  引起的智能体冲突结论, 式中  $r_j=\{f_r, m_r\}, j=1, 2, \dots, l$ , 其中  $f_r$  表示冲突结论的事实,  $m_r$  表示冲突处理的动作。

冲突定义后, 需要通过计算机对冲突进行消解, 关系数据库中需要存储的冲突事件主要属性有:

- (1)冲突名称: 冲突事件的名称, 记录着发生冲突的 Agent 的名字。
- (2)冲突类别: 用于描述一个冲突事件归属领域的变量, 以减少检索的范围。
- (3)冲突特征: 由一系列能描述冲突事件所处状态的特征的集合。每一个描述符表征冲突事件的一个侧面。在消解相关冲突事件解决问题中起关键性作用。
- (4)动作: 在处理该冲突事件所处的状态时, 采取的方法和措施。
- (5)结论: 解决冲突的方法, 并给出事例相应的权值, 用于对检索的实例进行调整和筛选。

在面向对象做系统开发时, 冲突可以表示为抽象和实例两种不同的方式, 分别描述如下:

- (1)抽象类: class<类名><超类名><类说明>

例如: { class 冲突事件: superclass 冲突

```

  { E: 冲突名称
    Fs: 冲突类别
    S: 冲突特征
    M: 动作
    R: 结论
  }
```

D<sub>s</sub>: 权重

其中, 冲突类别 F<sub>s</sub>= { Plan(规划冲突), Goal(目标冲突), Belief(信念冲突)}:

冲突特征 S={ 涉及智能体个数, 冲突之间的关联程度, ...};

动作 M={ CR(约束松弛)、RBR(规则推理)、CBR(事例推理)、NEO(协商)}。

(2)实例: object<对象名><超类名><对象说明>

例如: {object Agent B:   supclass: 冲突事件

  { E: B 公司急件

    F<sub>s</sub>: 资源冲突 }

    D<sub>s</sub>: 0.9

    M.....}

通过对冲突进行建模, 冲突事件变成计算机可以识别的信息。

在文献<sup>[15]</sup>中, 作者建立了以下的冲突消解模型:

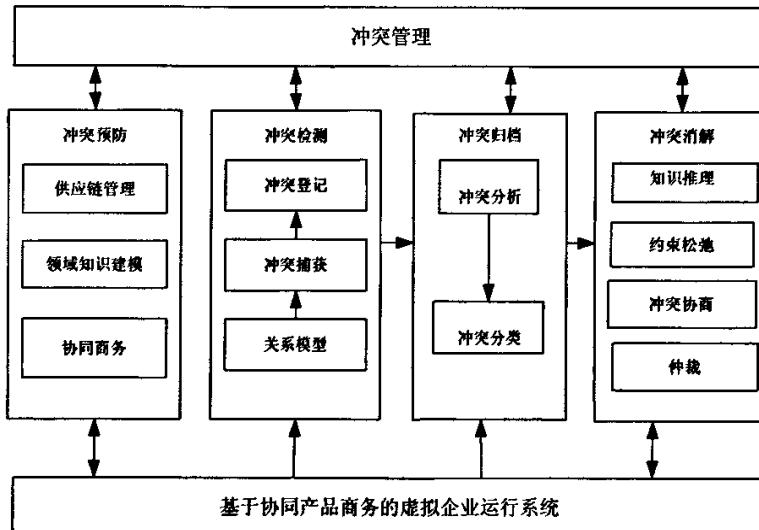


图 4-4 虚拟企业冲突消解模型

(1)冲突避免: 在虚拟企业运行中, 通过构建合理的组织结构、定义统一的领域知识和虚拟企业生命周期中各个环节的协调机制, 来使得企业顺利运行, 避免冲突发生。

(2)冲突检测: 通过捕获各 Agent 发送来的消息, 检测是否存在冲突, 并记录冲突的对象、来源。

(3)冲突归档: 对捕获的冲突进行冲突分析, 建立各冲突的关联图, 冲突关联主要包括因果、平行、耦合关系, 可采用二元组进行描述。根据冲突检测器记录的冲突信息, 检索冲突分类数据库中冲突类别, 判断冲突的类型(通过数据挖掘)。

(4)冲突消解: 根据冲突辨识器得到的冲突类型, 以及冲突的对象、来源,

寻求冲突消解的策略并提出解决方案。对不同冲突类型可采取不同的冲突消解策略。对某种冲突采用一种冲突消解方法不能得到满意的结果时, 可寻求另一种消解方法来解决。

(5) 冲突管理: 管理冲突相关信息(模型、登记及刷新、冲突关联图), 长期保存冲突消解记录, 相关冲突消解知识库、实例库等。

冲突消解的五部分在工作时协同作用, 可使冲突最大可能地得到消解。冲突消解系统的工作机理是: 首先, 冲突预防不能解决的冲突被传到系统中, 启动冲突检测器, 捕获系统中存在的冲突, 并对冲突进行登记; 接着触发冲突归档器, 对捕获到的冲突进行分析, 建立各种冲突的关联图, 通过分析冲突关联, 分清冲突的主次, 主要冲突具有消解的优先权; 冲突消解器根据冲突的分类采用相应的消解策略, 对于计划冲突和知识冲突首先采用知识推理的消解策略, 即采用基于规则和基于实例相结合的消解方法; 对于数据冲突通常采用约束松弛的消解方法; 对于涉及多个智能体的冲突, 则需要协商的方法来解决; 对于前三种方法难以解决的冲突, 可采用仲裁的方法。经过一个建议、评估、再建议、再评估的反复过程, 冲突仲裁人在综合各方建议的前提下实施决策, 消解冲突。

## 4.4 具体案例分析

上文中叙述了虚拟企业冲突消解的一般方法, 但在虚拟企业实际运作中, 可能会遇到各种不同的问题以及实际情况, 下面针对方案的冲突并根据优先级和偏好来说明。

### 4.4.1 Agent 的优先级和偏好

在虚拟企业中当一项任务被分解成若干子任务后, 盟主针对每个子任务向各资源Agent招标, 根据各资源Agent的投标情况, 进行效用评估, 确定各个任务的执行资源智能体集合, 实现任务分配。这样, 盟主和成员之间就要进行协商任务分配。协商的内容包括: 任务的数量、完成的质量、时间、加工周期、价格、服务、信誉等指标。任务智能体首先将分解好的子任务招标书发送到有能力完成任务的资源智能体。资源智能体针对多个招标的子任务, 参考各自的成本和时间来进行选择优化, 并提出自己的加工时间、报价、建议的开始和截止时间、空闲的其他时间段以及其它的任务特性参数。任务智能体接收到多个资源智能体的投标信息后, 进行投标的多属性决策。

智能体的偏好在协商过程中是根据环境是不断变化的, 影响着智能体的协商行为。在协商过程中, 对于不同智能体, 不同的指标的重要程度不同, 而且在指标的取值上, 有各自的偏好。

在协商过程中, 对于不同的智能体属性可能具有不同优先程度。如成员A在

所有的属性中最强调完成时间最短，所以时间属性的优先级就最高。属性的优先级影响智能体的协商行为，进而影响最终的协商结果。用 $P_i$ 定义属性的优先程度，对于特定的智能体而言，子任务 $S$ 的属性优先级之和等于常数1，有如下公式：

$$\sum_i P_i = 1 \quad (4-1)$$

成员的偏好行为使用以下函数来表示：

$$U = \sum_i pre_i \times pri_i \times x_i \quad (4-2)$$

其中： $U$ 为子任务的价值函数； $pre_i$ 为智能体的偏好系数； $pri_i$ 为智能体的优先系数； $x_i$ 为属性的具体取值。

#### 4.4.2 方案冲突的消解

##### (1) 定量方面

将盟主的招标信息中时间、数量、价格、加工周期等作为定量的研究方面，现假设只有这4个属性，有A、B两个（可以为多个，现以2个为例）成员Agent投标，可利用公式(4-1)来判定最优方案。

假设盟主希望时间在2个月内完成，加工数量为500个，价格为1000元，加工周期（单个商品）为1小时，则招标信息可以用一个四元组来表示： $<60, 1000, 1, 500>$

根据公式(4-1)，成员对于标书的效用为：

$$U_A = 0.6 \times 0.3 \times 60 + 0.5 \times 0.2 \times 1000 + 0.6 \times 0.4 \times 1 + 0.9 \times 0.3 \times 500 = 246.04$$

$$U_B = 0 \times 0.8 \times 60 + 0.8 \times 0.7 \times 1000 + 0.1 \times 0.8 \times 1 + 0.4 \times 0.6 \times 500 = 820.08$$

经过比较，B与盟主达成协议。

表4-1 智能体的优先级及偏好

招标信息	成员 A		成员 B	
	偏好	优先级	偏好	优先级
时间	0.6	0.3	0	0.8
价格	0.5	0.2	0.8	0.7
加工周期	0.6	0.4	0.1	0.8
数量	0.9	0.3	0.4	0.6

##### (2) 定性方面

将盟主的招标信息中质量(q)、信誉(f)、服务(s)等作为定量的研究方面。

步骤一：根据定性招标信息建立评价矩阵

$$R^* = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix} \quad (4-3)$$

步骤二：用层次分析法 (AHP) 评定权重系数

表4-2 成对比较法矩阵

	q	f	s
q	1	u	v
f	1/u	1	w
s	1/v	1/w	1
$\Sigma$	$1+1/u+1/v$	$1+u+1/w$	$1+v+w$

(其中: q, f, s 按实际情况取 1, 2, 3, 4)

按成对比较法方式列出比较矩阵, 按左边列中每一元素与上边行中元素一一比较的顺序进行。如果列中元素与行中元素比较是处于优势状态, 这时的判断值为整数; 如果列中元素与行中元素比较是处于劣势状态, 这时的判断值为分数; 如果列中元素与行中元素比较是同等地位, 这时的判断值为 1。并规定: 其重要程度比不重要程度大很多时为 4, 大时为 3, 稍大时为 2, 同样时为 1。整个矩阵为互反状态。

求行和:

$$\sum 1 = \frac{1}{1 + \frac{1}{u} + \frac{1}{v}} + \frac{u}{u + 1 + \frac{1}{w}} + \frac{v}{v + w + 1} \quad (4-4)$$

$$\sum 2 = \frac{\frac{1}{u}}{1 + \frac{1}{u} + \frac{1}{v}} + \frac{1}{u + 1 + \frac{1}{w}} + \frac{w}{v + w + 1} \quad (4-5)$$

$$\sum 3 = \frac{\frac{1}{v}}{1 + \frac{1}{u} + \frac{1}{v}} + \frac{\frac{1}{w}}{u + 1 + \frac{1}{w}} + \frac{1}{v + w + 1} \quad (4-6)$$

此时, 得到权重值:  $r_{y1} = \frac{1}{3\sum 1}$ ,  $r_{y2} = \frac{1}{3\sum 2}$ ,  $r_{y3} = \frac{1}{3\sum 3}$ , 即得到评价矩阵  $R^*$  的数值。

求判断矩阵  $R^*$  的最大特征根  $\lambda_{\max}$  及相应的特征向量, 把特征向量标准化后得

到权重向量  $w = (w_1, w_2, w_3)^T$ 。根据权重来选择最优方案即可。

## 4.5 本章小结

本章首先说明了虚拟企业冲突消解的必要性，然后对常用的冲突消解方法进行了探讨，在此基础上建立了一种虚拟企业冲突消解模型，将冲突的消解分为：冲突预防、冲突检测、冲突归档、冲突消解、冲突管理五个部分；最后分析了一个具体的案例。

## 第五章 基于 Agent 的虚拟企业冲突消解运行系统

### 5.1 引言

虚拟企业的运行系统采用基于 WWW 的数据可视化技术实现人机交互界面，使运行系统具有较为便利的、Internet 环境下的、能为用户所接受的交互界面和模块之间的信息交换接口。在敏捷制造的环境信息中，人、软件既可以是信息索取者，也可以是信息提供者。另一方面，功能单元可以分布在世界各地，靠 Internet/Intranet 信息通道和 Agent 的通信框架来交换信息，完成企业的动态联盟，实现全球制造。系统中的各个网络结点都是一个自治的 Agent，每个 Agent 都拥有自己的局部数据库。各 Agent 之间通过网络相互传递消息，通过对各种类型的消息的不同处理来进行合作与协调，因此，每个结点都定义了相应的发送消息集合、接收消息集合以及消息处理。

虚拟企业的冲突消解系统内嵌在虚拟企业系统之中，作为其中的一个模块，在发生冲突的时候使用。由于 Internet 的引入，使得不同地域、不同类型的企业之间协商更加方便，浏览器的人机交互使得冲突的消解更加有效、快捷。

### 5.2 系统开发所用技术与软件

#### 1、Java 编程技术

Java 是 Sun 公司推出的新一代面向对象的程序设计语言，特别适合于 Internet 应用程序开发，Java 是一种解释执行的语言，语法规则和 C++ 类似，它是一种跨平台的程序设计语言。Java 有许多值得称道的优点，如简单、面向对象、分布式、解释性、可靠、安全、结构中立性、可移植性、高性能、多线程、动态性等。Java 摈弃了 C++ 中各种弊大于利的功能（如指针）和许多很少用到的功能。其中 Java 的跨平台性和安全性最为人称道。Java 的缺点是比较耗内存。

#### 2、Java Servlets 技术

Servlets 是一些运行于 Web 服务器端的 Java 小程序，用来扩展 Web 服务器的功能。Servlets 是用 Java 编写的，所以能够访问整个 Java API 库，包括用于访问企业数据库的 JDBC API。

Servlets 用特定的 Java 解决方案替代了如 CGI(Common Gateway Interface) 等 Web 服务器端编程模式，因而继承了 Java 的所有特性(跨平台、多线程、面向对象等)。

用来编写 Servlet 的 Servlet API 对于服务器环境和协议没有任何特殊的要求，所以 Servlet 具有很强的可移植性，它不像利用 CGI 程序等其它方式那样具有性能局限。

### 3、JSP 技术

JSP(Java Server Pages)是服务器端的脚本语言，是以 Java 和 Servlet 为基础开发而成的动态网页生成技术，它的底层实现是 Java Servlet。利用 JSP 技术可以建立先进、安全和跨平台的动态网站。

JSP 页面由 HTML 代码和嵌入其中的 Java 代码所组成。服务器在页面被客户端所请求以后对这些 Java 代码进行处理，然后将生成的 HTML 页面返回给客户端的浏览器。在 JSP 下，代码被编译成 Servlet 并由 Java 虚拟机执行，从而将界面表现和业务逻辑分离。这种编译操作仅在对 JSP 页面的第一次请求时发生，因此在执行一次 JSP 页面后，以后的访问速度将大大加快。

JSP 有如下特点：面向对象，跨平台，运行稳定，可以使用 Servlet 提供的 API，克服了 Servlet 的缺点。

### 4、JDBC 技术

JDBC 是一组 API，定义了用来访问数据源的标准 Java 类库，使用这个类库可以以一种标准的方法、方便地访问数据库资源。

JDBC 对数据库的访问具有平台无关性。

JDBC API 为访问不同的数据库提供了一种统一的途径，象 ODBC 一样，JDBC 对开发者屏蔽了一些细节问题。

JDBC 的目标是使应用程序开发人员使用 JDBC 可以连接任何提供了 JDBC 驱动程序的数据库系统，这样就使得程序员无需对特定的数据库系统的特点有过多的了解，从而大大简化和加快了开发过程。

### 5、JavaBeans 技术

JavaBeans 是基于 Java 的组件模型，由属性、方法、事件三部分组成。类似于微软的 COM(Component Object Model，组件对象模型组件)。在 Java 平台上，通过 JavaBeans 可以无限扩充 Java 程序的功能，JavaBeans 组合可以快速的生成新的应用程序。

对于程序员来说，最好的一点就是 JavaBeans 可以实现代码的重复利用，这对程序的易维护性等有很重大的意义。

JavaBeans 传统的应用在于可视化的领域，如 AWT 下的应用。自从 JSP 诞生后，JavaBeans 更多的应用在非可视化领域，在服务器端应用方面表现出了越来越强的生命力。

### 6、JavaScript 技术

JavaScript 是一种基于对象 (Object) 和事件驱动 (Event Driven)，并具有安全性的脚本语言。JavaScript 的编程与 C++、Java 非常相似，只不过提供了一些特有的类、对象和函数。JavaScript 并不被编译为二进制代码文件，而是作为 HTML 代码的一部分解释执行，维护和修改起来非常方便。

### 7、Java 开发工具包 (JDK)

安装 JDK 的目的主要是在您的机器上安装一个 Java 的运行环境；JDK 是 Sun 公司 Java 应用程序和组件的开发环境，是编译和测试工具，也是提供 Java 程序

的 Java 虚拟机平台, 是调试和运行 JSP 所不可缺少的工具。

### 8、Tomcat 服务器平台

Tomcat 服务器是在 sun 公司的 JSWDK(JavaServer Web Development Kit, Java Web 服务器开发工具包) 的基础上发展而来的一个优秀的 Java Web 服务器, 它是由 JavaSoft 和 Apache 开发团队共同提出合作计划的产品, 它还可以和目前大部分的主流 HTTP 服务器(如 Apache 服务器)一起工作, 而且性能稳定、效率高。

### 9、移动 Agent 平台 Aglet

Aglet 是由 IBM 日本公司用纯 Java 开发的移动 Agent 技术, 并开发了实用的平台——Aglet workbench, 供人们开发或执行移动 Agent 系统。到目前为止, Aglet 是最为成功和全面的系统。这主要表现在: 它提供了一个简单而全面的移动 Agent 编程模型; 它为 Aglet 间提供了动态和有效的通信机制; 它还提供了一套详细且易用的安全机制。Aglet 同时传送代码及其状态, Aglet 以线程的形式产生于一台计算机上, 可随时暂停正在执行的工作, 并允许把整个 Aglet 分派到另一台计算机上, 再重新启动执行任务。由于 Aglet 是线程, 因此不会消耗太多的系统资源。

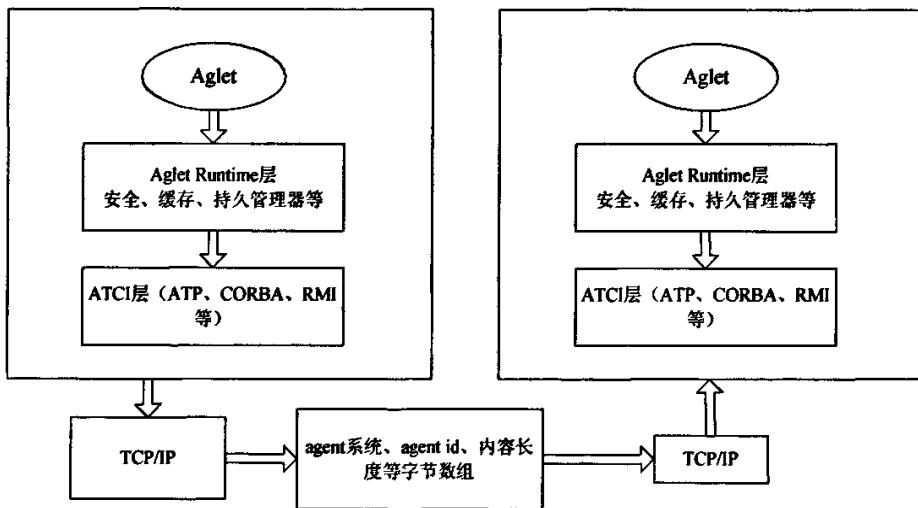


图 5-1 Aglet 的系统框架如图

Aglet 的系统框架如图 5-1 所示。由图中可以看出 Aglet 的执行可以分为若干阶段。首先当一个正在执行的 Aglet 想要将自己送到远端时, 会对 Aglet Runtime 层发出请求; 接着 Aglet Runtime 层把 Aglet 的状态信息与代码转成序列化(serialized)的字节数组; 这时如果请求成功时, 系统会将字节数组传送至 ATCI(Agent Transport and Communication Interface)层处理, 此层提供可使用的 ATP(Agent Transfer Protocol)等接口, 在此 ATP 为一个简单的应用层协议, 系统会将字节数组附上相关的系统信息, 如系统名称以及 Aglet 的 id 等, 并以比特流方式通过网络传至远端机。远端机利用 ATCI 层提供的 ATP 接口接收到传来的字

节数组及系统信息，然后 Aglet Runtime 曾对字节数组反串行化，得到 Aglet 的状态信息与代码，此时 Aglet 便可在远端机上运行。

Aglet 系统首先提供一个上下文环境来管理 Aglet 的基本行为：如创建 Aglet、复制 Aglet、分派 Aglet 到远端计算机、召回远端的 Aglet、暂停和唤醒 Aglet，以及清除 Aglet。如图 5-2 所示。

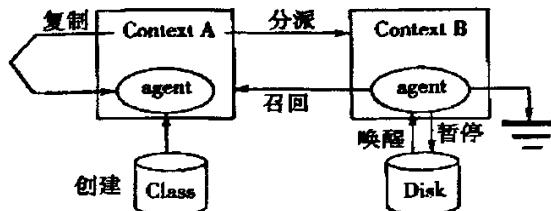


图 5-2 Aglet 的对象模型

其次，Aglet 与 Aglet 之间的通信，可用消息传递的方式来传递消息对象。此外，Aglet 不让外界直接存取其信息，而是透过一个代理(proxy)提供相应的接口与外界沟通，如图 5-3 所示。这样做除了有较强的安全性外，还有一个好处，即 Aglet 的所在位置会透明化，也就是 Aglet 要与远端的 Aglet 沟通时，只要在本地主机的上下文环境中产生对应远端 Aglet 的代理，并与此代理沟通，不必直接处理网络连接与通信的问题。

### 5.3 系统主要模块及其主要界面

构建的系统是在 WEB 基础上，使用 JSP(Java Server Page)技术建立动态网站，利用 JDBC(Java 与数据库连接技术)与 SQL Server2000 数据库建立连接，从而使系统数据和系统的基于 WEB 的网络平台达到无缝连接。而冲突消解系统作为整个虚拟企业网站的一个模块，内嵌在虚拟企业网站之中，用户可以在 Internet 上访问此网站，网站主页如图 5-3。



图 5-3 虚拟企业网站主页

如果是新用户, 请先注册, 注册页面如图 5-4。

### 企业注册界面

<b>■ 会员登录名和密码</b>		<small>(* 为必填项)</small>
* 会员登录名 <input type="text"/> <small>长度限制为4~20个英文字母、数字或者下划线</small>		
* 设置密码 <input type="text"/> <small>请输入6~10位密码, 区分大小写</small>		
* 请再次输入密码 <input type="text"/>		
<b>■ 姓名和联系方式</b>		
* 真实姓名 <input type="text"/>		
* 性别 <input checked="" type="radio"/> 男 <input type="radio"/> 女		
* 电子邮箱 <input type="text"/>		
固定电话 <input type="text"/>		
* 公司地址 <input type="text"/>		
邮政编码 <input type="text"/>		
传真 <input type="text"/>		
手机 <input type="text"/>		
<b>■ 公司名称和主营业务</b>		

图 5-4 企业注册界面

注册成功后, 登陆, 然后进入虚拟企业管理页面, 如图 5-5:



图 5-5 虚拟企业管理页面

点击冲突消解，进入冲突消解页面，如图 5-6：



图 5-6 冲突消解页面

盟主和盟友分别进入，盟主页面如图 5-7：



图 5-7 盟主模块

盟友页面与盟主页面类似，所实现的功能有：

(1) 发布冲突

如果成员之间或者盟主和成员之间产生冲突，盟主和盟友都可以进行冲突的发布，发布冲突的页面如图 5-8：

 This image shows the 'Release Conflict' page. At the top, there is a banner with the university's name and a building image. Below the banner, the page title is '发布冲突' (Release Conflict). There is a note '(\*必填项必填)' (\* Required fields). The form consists of four input fields: '成员注册ID' (Member Registration ID) with a text input field; '冲突分类' (Conflict Category) with a dropdown menu set to '知识冲突'; '冲突原因' (Conflict Reason) with a text input field and a note '(需要相关原因)' (Reason required); and '冲突详细描述' (Detailed Description of Conflict) with a text input field. At the bottom of the form are two buttons: '发布' (Release) and '重置' (Reset).

图 5-8 发布冲突页面

## (2) 查看冲突

盟主或成员发布的冲突可以进行查看, 查看冲突的页面如图 5-9:



冲突ID	冲突类型	冲突描述	冲突解决
123456	资源冲突	多个优势争夺同一个资源	由另一个优势争夺者加工的外包
456789	时间冲突	经营理念不同	11111111111111
987654	目标冲突	设计方案无法满足目标	1111111111111111
543210	性别冲突	11111	22222

图 5-9 查看冲突页面

## (3) 消解冲突

页面如图 5-10, 有 4 种冲突消解的方法: RBR (基于规则的冲突消解 CBR (基于事例的冲突消解)、协商和仲裁。



图 5-10 消解冲突页面

RBR 页面如图 5-11, 根据制定的规则选择相应的策略, 满意的话则冲突得以解决; 如果不满意, 则进入仲裁。



图 5-11 RBR 页面

CBR 页面如图 5-12, 可以在数据库中检索以往冲突解决的事例, 并选择相应的策略, 满意的话冲突解决; 否则进入仲裁。



图 5-12 CBR 页面

协商页面做成一个类似留言板形式的通讯台, 各个成员可以在此进行协商, 但是由于资源有限, 不能进行无限制的协商, 所以各成员在协商过程中应该简明扼要的进行通信, 系统也会根据虚拟企业的任务周期做出协商日期或者次数的限

制。

仲裁是消解那些 RBR、CBR 或者协商失败的冲突。

## 5.4 实例分析

假设一家生产运动鞋的虚拟企业，当任务分解后有 2 个成员（ID 分别为 123 和 456）企业都对鞋中底的加工进行了投标，从而产生了目标冲突。成员可以先将冲突进行发布，包括对冲突进行详细的描述。然后进入“消解冲突”，选择消解的方式，如“RBR 消解”，进入后选择“目标冲突”，在规则选择“进入”查看规则，如图 5-13。

成员注册ID	123
企业名称	坚实鞋业
加工数量（双）	500
加工周期（天）	30
报价（万元）	8

消解规则：根据成员企业各项指标进行优先级和偏好的判定，从而解决目标冲突。

图 5-13 目标冲突消解规则

点击“提交”查看成员对标的效用，成员 123 的加工数量为 500 双，加工周期为 30 天，报价为 8 万元；成员 456 的加工数量也为 500 双，加工周期为 40 天，报价为 7 万元，则成员对标的效用为（假设优先级和偏好都为 0.5）：

$$U_{123}=0.5*500-0.5*30-0.5*8=231$$

$$U_{456}=0.5*500-0.5*40-0.5*7=227.5$$

所以，成员 123 得标，冲突得以解决。

## 5.5 本章小节

本章首先说明了建立虚拟企业冲突消解系统所用的技术与软件，然后列举了系统的主要模块与工作界面，最后举了一个具体的实例进行了冲突消解的实现。

## 第六章 总结与展望

### 6.1 全文总结

虚拟企业是 21 世纪最有前途的企业组织形式，越来越被理论界和实业界所重视。随着对虚拟企业研究的不断深入和虚拟企业运作经验的不断丰富以及信息技术的不断进步，虚拟企业已跨越了概念形成阶段而逐步进入了实际运作阶段。Multi-Agent 技术是现在的研究热点，在国内外都属于前沿课题。虚拟企业中的冲突消解问题是虚拟企业能否正常运作的关键所在，也是虚拟企业研究的关键问题。虚拟企业实施冲突处理，是客观生存的需要，任何忽视冲突、逃避冲突和放任冲突的思想都是不可取的。本文利用 Multi-Agent 系统来模拟虚拟企业的全体企业成员，研究了基于 Multi-Agent 的虚拟企业冲突产生的原因、分类以及基于 Multi-Agent 的虚拟企业冲突消解方法等问题，并结合企业的实际运作，开发原型系统，指导企业实践。

论文研究的主要内容如下：

本文对于 Multi-Agent 技术以及所研究的问题进行了说明，并提出了基于 Multi-Agent 技术的虚拟企业构建模型，对由 Multi-Agent 组建的虚拟企业必须具有的功能模块进行了研究分析。

针对冲突的一般原理和内涵，深度分析了虚拟企业中冲突产生的原因以及冲突的特征；详细阐述了冲突的分类，为以后的冲突消解打下坚实的理论基础。

深入分析冲突消解的方法，将传统的消解方法和当今常用的方法做出比较，尤其对于核心的消解方法——协商，通过对 Agent 之间通信的研究，建立了协商模型，对其中模块的功能进行了说明；将当今热门的移动 Agent 技术运用到冲突消解上来，根据移动 Agent 平台 Aglet 来建立冲突消解系统；针对不同的冲突选择相应的消解策略，按照提出的冲突消解步骤来进行冲突的详细消解。

针对生产领域的特点开发了一个基于 Multi-Agent 的虚拟企业冲突消解系统。首先对系统的网络体系结构和开发系统的软件体系结构作了说明，然后介绍了系统的模块和主要界面，最后介绍了开发系统所用的技术和软件。

### 6.2 展望

本文对基于 Multi-Agent 的虚拟企业冲突消解进行了有益的探索，对于虚拟企业中的冲突做了详细的分析，并初步建立起一套消解系统；但仍有许多问题有

待进一步探索与解决，其中包括：

如何利用 Agent 的智能性和自治性等特征，不需要人为的控制来自动识别冲突，并根据不同的冲突来自动选择消解的策略；

对于知识冲突（或者说文化冲突）的消解，还没有达到预期的效果，因为不同领域、不同文化的成员有着各自不同的文化，有着不同的语义规定。

如何更好的将 Internet 技术与 Agent 技术有效的结合起来进行冲突消解也是今后将要面临的一个问题。

另外，将当今的热门技术——移动 Agent 技术应用到冲突消解领域上，本文做出了大胆的尝试，但还显得不够深入，如何更有效的利用移动 Agent 技术，可作为课题下一步研究的重点。

## 参考文献

- [1] Michael Hammer, James Champy. *Reengineering the Corporation—a Manifesto for Business Revolution* [M]. Nicholas Brealey Publishing.2003
- [2] 赵春明. 虚拟企业[M]. 杭州:浙江人民出版社, 1999
- [3] William H Davidow, Michael S Malone. *The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century*[M]. Harper Business, adivision of Harper Collins Publisher, 2002
- [4] Tulluri S, Baker R C. A quantitative framework for designing efficient business process alliances [A]. *International Conference on Engineering Management and Control* [C], IEMC2001: 656-660
- [5] Grainer R, Metes G. Has outsourcing gone too far[J]. *Business Week*. 2002, 4(1):28
- [6] Walton J, Whicker L. Virtual enterprise: myth and reality [J]. *Journal of Control*. 2003, 27(3): 22-25
- [7] NIIIP. *NIIIP Reference Architecture Book0: Introduction to NIIIP Concepts* [EB/OL]. NIIIP INC. URL:<http://www.niiip.org>.2001
- [8] Camarinha-Matos, L.M. Afsarmanesh, H. Garita, C. Lima, C. Towards an architecture for virtual enterprises[J]. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2003, 9(2).
- [9] 陈剑, 冯蔚东. 虚拟企业构建与管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [10] 解树江. 虚拟企业[M]. 经济管理出版社, 2002, 33-36
- [11] 郭瑞军. 基于 Web 的虚拟企业合作伙伴选择[J]. 武汉理工大学, 2003.3
- [12] 叶冰, 杨灿军, 陈鹰. 基于功能的多智能主体集成策略研究[J]. 中国机械工程, 11 (3): 304-306
- [13] 李莉, 石岩森, 薛劲松, 朱云龙. 基于 Multi-Agent 的虚拟企业集成框架研究[J]. 信息与控制, 2002, 4(2): 112-116
- [14] 王冰. 虚拟企业的协调机制研究[J]. 科技进步与对策, 2000, 17(10): 83-84
- [15] 高阳, 周伟. 虚拟企业冲突预防与消解的研究[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2003 (6): 805-808
- [16] 商秀丽. 浅析虚拟企业中的文化冲突[J]. 管理科学文摘(企业管理专栏), 32
- [17] 朱萍. 基于 Agent 技术的敏捷虚拟企业信息系统框架研究[J]. 昆明理工大学, 2002.4
- [18] Jennings N R, Sycara K, Wooldridge M. *A roadmap of Agent research and development. Autonomous Agent*[J]. sand Muilt-Agent Systems, 1998,10 (2): 199-215
- [19] 文敦伟. 面向多智能体和神经网络的智能控制研究[J]. 中南大学, 2001.10
- [20] Yad Rahwan, Ryszard Kowalczyk, Yun Yang. *Virtual enterprise design BDI Agent vs.object*[J].

- Electronic journal of organization virtualness,2000(2)
- [21] Mingwei Zhou, Laszlo Nemes. a frameword for design a virtual Manufacturing enterprise and it implement as a workbench[J].Electronic journal of organization virtualness,2000(2)
- [22] 田盛丰, 黄厚宽. 人工智能与知识工程[M]. 中国铁道出版社, 1999, 294-298
- [23] Shoham Y. Agent oriented programming[J]. Artificial Intelligence, 1993, 60: 51-92
- [24] <http://www.gmyz.net/niop/hsf.htm>
- [25] 魏宝刚. 基于协商的冲突消解研究[J]. 小型微型计算机系统, 1998, 11: 44-49
- [26] E.H.Durfee, V.R.Lesser, D.Corkill. Trends in cooperative distributed problem solving, IEEE Trans[J]. On Knowledge and DataEngineering, vol.1,no.1,1989,pp.63-83
- [27] J.V.Harrington, H.Soltan, M.Forskitt. Negotiation in a knowledge-based concurrent engineering designenvironment[J]. ExpertSystems, vol.12,no.2,1995,pp.139-147
- [28] M.Klein, Stephen C.Y.Lu. Conflict resolution in cooperative design[J]. Artificial Intelligence in Engineering , vol.4,no.4,1989,pp.168-180
- [29] G.Zlotkin, J.S.Rosenschein. cooperation and conflict resolution via negotiation among autonomous Agent in Non-cooperative domains[J]. IEEEESMC, vol.21,1991,pp.1317-1324
- [30] 魏晓武, 周盛宗, BorisBachmendo, RainerUnland. Agent 通信机制探讨[J]. 计算机工程与应用, 2000
- [31] 史忠植. 智能主体及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000
- [32] 张维明, 姚莉. 智能协作信息技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [33] Pu Huang, Katia Sycara. A Computational Model For Online Agent Negotiation[A]. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences[C]. <http://citeseer.nj.nec.com/534438.html>, 2002
- [34] 邵毅. 代理技术及其在虚拟企业环境下的应用研究[J]. 西北工业大学, 2001.1
- [35] 张维明主编. 智能协作信息技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [36] 赵龙文. 多 Agent 系统及其组织结构[J]. 计算机应用研究, 2000(7): 12-14
- [37] N R Jennings, S Parsons , C Sierra etal. Automated negotiation [A]. Proc 5th Int Conf on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Systems (PAAM-2000)[C]. Manchester, 2000.23~30
- [38] 杨肖莺等. 《面向敏捷制造的虚拟企业管理信息系统框架研究》研究报告[R]. 国家自然科学基金项目, 2001 年
- [39] 苑清敏, 罗耀侠. 现代制造技术对成本管理的影响及应对措施[J]. 现代财经, 2003, (5): 31-35
- [40] 仲智刚, 潘晓弘等. 支持动态联盟的敏捷供应链系统建模技术研究[J]. 中国机械工程, 2001, 11(增刊): 64-68
- [41] 朱长征. 基于多企业 Agent 的动态联盟设计[J]. 计算机工程, 2002(9)

- [42] Weimin Shen. Virtual organizations in collaborative Ddsign and Manufacturing Systems[J].Electronic journal of organization virtualness, 2000(2)
- [43] Pu Huang. A Computational Model For Online Agent Negotiation[J]. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences. January 7~10, 2002
- [44] Samuel P.M. Choi, Jiming Liu. Agenetic Agent-based negotiation system[J]. Computer Networks. 2001, 37:195~204
- [45] 文敦伟. 面向多智能体和神经网络的智能控制研究[J]. 中南大学, 2001.10
- [46] 曹洪医, 汪定伟. 用 GA 求解动态联盟中伙伴选择的多目标优化模型[J]. 信息与控制 2001.30(4): 348-351
- [47] 陆金伟, 达庆利. 一种选择虚拟企业伙伴的框架[J]. 管理工程学报, 2001.14(4): 348-351
- [48] 陈菊红, 汪应洛, 孙林岩. 虚拟企业伙伴选择过程及方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001.7: 48-53
- [49] Rosenschein J S. Formal interaction:cooperation among intelligent Agents[J].Ph.D. Thesis,Stanford University,1996
- [50] 赵涓涓. 基于 Agent 的个性化信息过滤技术的研究及实现[J]. 2003.4
- [51] Yad Rahwan, Ryszard Kowalczyk, Yun Yang. Virtual enterprise design BDI Agent vs.object[J].Electronic journal of organization virtualness,2000(2)
- [52] Mingwei Zhou, Laszlo Nemes. a framework for design a virtual Manufacturing enterprise and it implement as a workbench[J]. Electronic journal of organization virtualness,2000(2)
- [53] 田盛丰, 黄厚宽. 人工智能与知识工程[M]. 中国铁道出版社, 1999, 294-298
- [54] 董进, 柴跃廷, 任守渠, 张大巍. 基于多代理协调的企业敏捷供需链管理模型[J]. 计算机集成制造系统——CIMS, 2000(1)
- [55] 王志谦. 虚拟企业组织设计及控制结构研究[D]. 合肥工业大学, 2002.6
- [56] 张灵玲, 周文辉, 韩耀伟, 李俊, 潘金贵. 基于 Internet 的课件信息发现和收集 Agent 的研究[J]. 计算机研究与发展, 2000(4)
- [57] Yad Rahwan, Ryszard Kowalczyk, Yun Yang. Virtual enterprise design BDI Agent vs.object[J]. Electronic journal of organization virtualness,2000(2)
- [58] 王丹, 杨晓春, 王国仁等. 基于模糊层次分析法实现虚拟企业中的伙伴选择[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2000.21(6): 606-609.
- [59] 马鹏举, 朱东波, 丁玉成等. 基于模糊层次分析方法(F——AHP)的盟员优化选择算法[J]. 西安交通大学学报, 1999.33(7): 31-33
- [60] 冯蔚东, 陈剑, 赵纯均. 基于遗传算法的动态联盟伙伴选择过程及优化模型[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2000.40(10): 120-124
- [61] 刘晓冰, 黄学文, 高天一等. 面向动态联盟的伙伴企业选择决策方法及系统[J]. 工业工程, 2001, 4(2): 10-13

## 致 谢

本文是在导师郑清春副教授的悉心指导和亲切关怀下完成的。二年半的求学期间，导师在学业上给了我无微不至的指导和关怀，他渊博的学识、严谨的治学态度、敏锐的学术眼光、孜孜不倦的敬业精神、为人师表的高尚风范、宽广坦荡的胸怀，不仅激励着我努力探索，更为我今后的学习和工作树立了楷模。在论文顺利完成之际，谨向尊敬的导师致以最诚挚的谢意和崇高的敬意！

在做课题期间和写论文工作期间，CAD 实验中心的其他老师，如郭津津副教授、史津平副教授、董黎敏教授都给予了一定的指导和建议，在此对他们表示衷心的感谢。

在研究生阶段，能顺利完成学业及课题研究，与其他授课老师和实验室工作老师的辛勤工作也是分不开的，在此对他们表示感谢。

对实验室其他硕士研究生同学，如宋佳芮、王萌、宋阿静、何艳丽、李亚娟等，共同营造了一个快乐而又有学习气氛的实验室环境表示感谢。另外感谢梅丽、田涛、张怀章同学给予我的热情帮助。

## 攻读硕士期间发表论文情况

- [1] 刘洋, 郑清春. 基于 Multi-Agent 协商的虚拟企业冲突消解[J]. 天津理工大学学报, 2006, (3): 42~44.