

支持动态联盟的多代理系统*

许青松, 范玉顺, 吴澄, 陶丹

清华大学自动化系, 北京 100084

文 摘 随着世界市场的不断变化与市场竞争的加剧, 动态联盟将成为新的企业组织形态, 动态联盟环境下企业间信息流的管理和控制问题越来越受到人们的重视。为了从联盟中获取最大利益, 满足企业的生产需求, 参与多个联盟是未来企业的发展趋势。本文着重分析了多联盟环境下的企业对信息系统的需求, 提出了支持动态联盟的多代理企业信息模型。应用这一模型构造的企业信息系统, 在完成单个联盟生产任务的同时, 也可以很好地对企业自身信息进行综合管理, 能够较好地满足企业参与多个联盟的需要。

关键词 敏捷制造信息系统 (AMIS) 动态联盟 多代理系统 分布工作流

1 背景

近年来, 市场竞争环境呈现出持续多变、不可预测、产品趋于顾客化、技术含量越来越高、生命周期日益缩短等显著的趋势。如何快速响应市场、在最短的时间内开发出用户满意的新产品并获得效益成为企业追求的主要目标^[1]。动态联盟正是应运这一需求而提出的一种先进制造战略。

动态联盟^[2]是指为了响应已经或即将出现的市场机遇, 由若干个优势互补的企业临时快速地组成的一个联盟, 联盟内各成员企业分别发挥各自的优势或核心能力, 快速、低成本、高质量地开发出新产品以投放市场, 并按一定的方式共享利益、分担风险。当市场需求消失时, 联盟又迅速解体。动态联盟的组织结构不再是传统意义上的递阶组织结构: 盟主是联盟组织管理的实际执行者, 无论是从法律角度还是在实际操作中, 盟主都具有不可或缺的地位; 动态联盟成员企业的管理模式和组织方式可以各不相同, 具有完全的自主性和自治性, 按照自己的经营观念来组织企业的运作。企业通过参与动态联盟, 可以发挥自身的专长, 利用已有的技术基础和生产条件来完成新产品的开发和生产。

2 相关技术

在动态联盟中, 分布在联盟各成员企业中的产品数据和知识往往需要频繁地进行交换, 实现分布数据库之间的信息共享并确保信息的一致性和安全性是支持敏捷产品开发的基础。信息技术的飞速发展, 为设计可重构的动态联盟信息系统提供了良好的支持, 使动态联盟信息系统的构成成为可能, 这些技术包括:

1. **Internet** 技术及相关的服务。企业间以网络通讯方式进行合作将是动态联盟的主要工作方式。国际互连网 (**Internet**) 在 **TCP/IP** 协议集的支持下屏蔽了网络通讯双方在物理设备、软件平台以及应用方面存在的差异, 在此基础上发展起来的各种 **WEB** 技术, 如 **CGI**、**Web** 请求代理 **WRB**、**ActiveX** 控件、**JAVA Applet** 等可以有效地支持网络用户之间进行实时数据交换。当前, 已有相当数量的企业构建了企业内部网 **Intranet**, 从而为企业间建立动态联盟奠定了信息基础结构。
2. 代理技术。软件代理是一个能在特定环境下连续、自治地实现功能并同时与相关代理和进程相联系的软件实体。连续与自治的要求来源于动态变化的环境, 这种环境要求代理能在没有人的引导和干预下以柔性、智能的方式对用户需求实时地加以响应; 更理想的情况是在某一特定环境下, 在一段时间内, 反复实现某一功能后能汲取经验教训, 即所谓的自学习。进一步, 代理能与环境中的其它代理和进程通信与合作, 甚至可以在需要的时候在不同的执行环境中进行移动, 这就是目前受到广泛重视的移动代理及移动计算技术。为实现代理间的信息交互, **KQML**、**ACL** 等一批代理通讯语言也随之发展起来。代理技术的发展使实现联盟企业之间的信息互操作成为可能。

* 863/CIMS 主题资助项目

3. workflow 管理技术。企业内部存在着多种经营过程，按照 workflow 管理联盟的定义^[3]，经营过程中由计算机系统自动执行的那部分被称为 workflow。一个 workflow 包括一组活动（Activity）及它们的相互顺序关系，还包括过程的启动和终止条件，以及对每个活动的描述，如活动的执行者、相关应用程序、需要和产生的数据等。workflow 的运行是由 workflow 管理系统来完成的，它和 workflow 执行者（人、应用）交互，推进 workflow 实例的执行，并监控 workflow 的运行状态。在动态联盟企业中，各成员企业的工作流机系统在特定的协议下协同工作，每一个 workflow 机控制过程执行的一部分，并使用相关的资源和应用工具。workflow 技术对于促进企业经营过程的自动化有重要的作用，由于 workflow 管理系统具有很强的继承异构环境下企业应用的能力，所以也有人将 workflow 管理系统看成是企业的业务操作系统（BOS）。而且，workflow 技术的跨平台、甚至可以跨企业的特性使得它对于企业实施敏捷制造概念下的动态联盟信息系统具有重要的支持功能。

3 动态联盟企业信息管理系统

3.1 动态联盟的构成

动态联盟是由若干个企业共同构成，每个企业作为联盟的参与者，应当并且必须分担联盟中的一项或几项工作。因此，动态联盟企业集成与传统单个企业的集成相比，除了要解决企业内部由于应用系统异构、数据存储表达方式异构等因素引起的信息集成问题外，还得解决企业间的信息集成问题，并且需要在短时间内快速完成各部分的组合。这就要求提供一种开放的协作式信息集成平台，满足：1) 屏蔽合作伙伴的软硬件异构性，支持企业间信息互操作，保证信息的一致性和安全性；2) 合作伙伴内部政策独立、自主维护；3) 支持企业的动态生成、更改和解散；4) 支持单个企业参加多个互为竞争对手的联盟。

3.2 动态联盟的组织结构

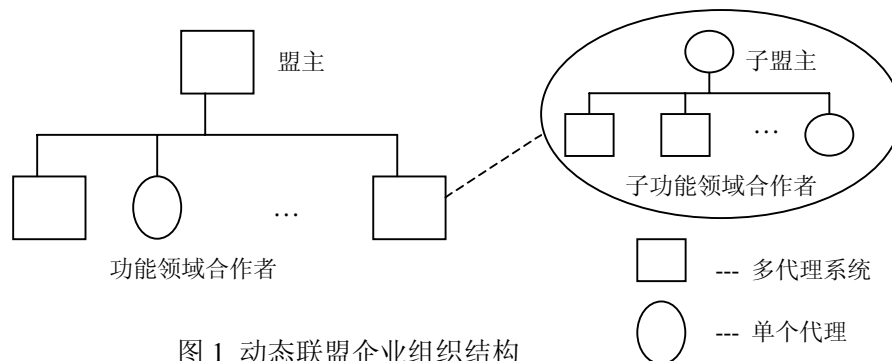


图 1 动态联盟企业组织结构

动态联盟企业组织结构是可重组分层递阶控制组织结构：最上层，是盟主和功能领域合作者；每一个功能领域合作者又可以作为该功能的子盟主进一步组织一个虚拟功能领域；以此类推，直到每一个最终的合作者是一个实际的单元。其组织结构可用图 1 表示，动态联盟信息系统由盟主代理和多个功能领域代理构成。每一个功能领域代理既可以是实际的功能节点，也可以是一个由结构相同的动态联盟信息系统构成的动态联盟。信息系统中的叶子节点为实际功能节点。^[4]

3.3 动态联盟企业信息系统

虽然从组织结构的角度看，动态联盟企业是一个递阶控制的结构，每一层联盟内的合作伙伴只需要向该层的盟主负责，但是动态联盟企业的主要特点是动态可重组，这就要求联盟企业的信息系统具有良好的开放性，能够很好的支持合作伙伴的动态加入、更改和退出操作，因此动态联盟企业的信息系统结构应为分布网络化的扁平结构^[5]，如图 2 所示。每一个合作伙伴单元都具有相同的结构，由智能代理、workflow 管理系统、联盟管理软件和

应用软件四个部分组成。智能代理负责与其他伙伴的安全信息交互，通过网络将各个合作伙伴单元连结成动态联盟企业。 workflow 管理系统推动单元内部的工作流程，并与其他单元内的工作流管理系统协作管理控制整个联盟的工作流程。联盟管理软件支持上下两层的联盟管理，负责该伙伴在联盟中的操作，包括：申请加入联盟、退出联盟、联盟信息交换、联盟伙伴选择、联盟解散等等。应用软件是该单元中实现具体业务操作的实际功能单元，负责完成其在联盟中必须完成的工作。

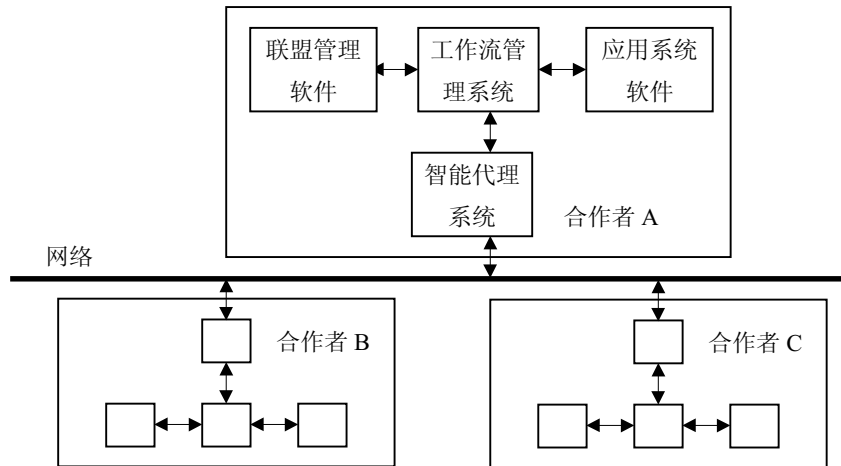


图 2 AMIS 体系结构示意图

4 支持多联盟的联盟单元多代理系统

4.1 支持动态联盟的企业构成

企业参与动态联盟的目的就是通过与其它组织的合作获取利益，当参与一个联盟不能使企业的生产负荷和利润达到最大时，企业必然寻求其他联盟，希望通过参加多个联盟满足利益最大化要求，如图 3。而这些联盟既可能是合作伙伴，也可能是竞争对手。在这种情况下，要求多联盟环境下的联盟单元信息系统除了满足动态联盟企业信息系统需求^[5]外，还要满足：1) 保证联盟操作独立性，联盟单元加入、更新、退出某个联盟的操作不应受其已参与的其它联盟的影响和限制；2) 保证联盟信息的独立性和安全性，联盟单元内部数据和工作流程随联盟的不同而不同，外部系统对单元内部数据访问受联盟属性的限制，不允许访问其他联盟的数据；3) 单元内部对所有联盟进行统一管理，联盟的选择必须根据单元内部整体利益和剩余生产力来综合考虑，生产过程中的调度也需要依据单元的整体情况才能进行，所以单元内部必须对所有联盟的数据和流程进行统一管理和调度。

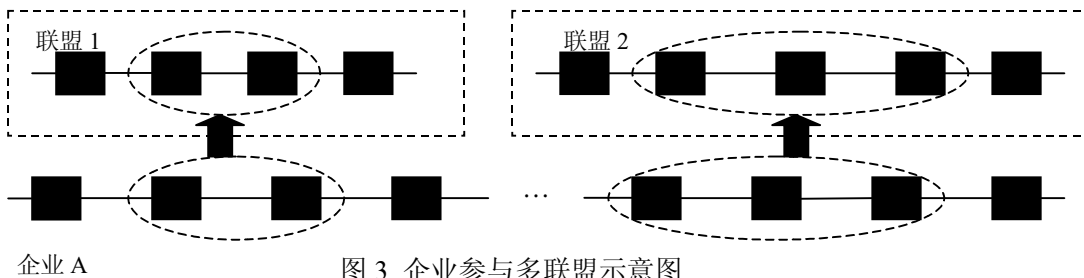


图 3 企业参与多联盟示意图

4.2 联盟单元多代理系统

图 4 给出了利用多代理系统表示的参与多联盟的联盟单元表示形式。联盟单元派出符合某联盟运行和对话规则的代理参与该联盟。代理自主维护单个联盟任务，不同联盟中的

代理可以使用不同的代理通讯语言、解释机制以及安全措施, 联盟任务间的协调工作由单元内部的工作流管理系统完成。采用这种表示方法, 一方面可以对单元内的数据和生产情况进行综合管理和调度, 另一方面为不同的联盟提供了不同的接口, 可以在不改变已有联盟的基础上为配合新联盟增加新的接口。

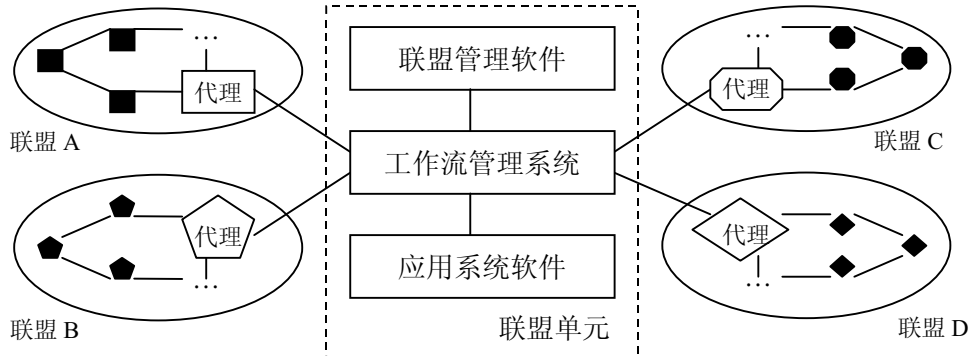


图4 联盟单元多代理系统

为了满足多联盟环境下的联盟单元信息系统需求, 可以采用以下方法来实现:

- 1) 单个代理的生命周期由代理所属联盟决定 当联盟单元加入一个新的联盟时, 生成一个新代理负责该联盟单元在联盟内的所有事务; 联盟单元退出某联盟或联盟解散时, 相应代理完成所有相关事务后自动消亡。
- 2) 单元内部数据设置联盟标识属性, 统一存储在数据库中, 并且根据联盟标识属性映射给相应代理, 保证数据的安全、正确访问。
- 3) 代理对外部数据访问请求进行联盟属性识别 代理接口增加联盟属性识别层, 可以用不同的数字签名或其他方式来区别不同的联盟对话。
- 4) 单元内部数据的更新由应用系统统一操作, 代理只进行数据的转发, 保证单元内部数据一致性。
- 5) 单元内部的工作流程增加联盟标识属性, 根据联盟标识属性映射给相应代理。
- 6) 代理内部设置局部工作流机, 对代理所属联盟内单元工作流程进行管理和控制。
- 7) 单元内设置全局工作流管理系统, 对单元内部所有联盟的工作流程进行管理和控制, 完成总体工作协调。

5 小结

为了迅速响应已经或即将出现的市场机遇, 不同企业之间需要迅速结盟或解体。传统的信息系统已经不能满足这一要求。动态联盟是未来企业实现敏捷制造的基本组织方式。为了能从联盟中获取最大利益, 满足企业的生产需求, 参与多个联盟是未来企业的发展趋势。本文在分析联盟环境下企业信息系统需求和联盟管理需求的基础上, 提出用具有多代理结构的 AMIS 单元构成动态联盟信息系统。具有不同功能的 AMIS 单元通过不同的智能代理系统相互连接, 参与不同的 AMIS 系统, 从而实现企业参与多个联盟的构想。这种结构既能完成单个联盟的生产任务, 又能对单元内所有联盟任务进行综合管理, 解决联盟之间的冲突, 可以很好地满足动态联盟信息系统管理的需求, 是实现未来企业动态联盟的有效途径之一。

参考文献

- 1 蒋新松. 21 世纪企业的主要模式-动态联盟. 计算机集成制造系统-CIMS.1996, 2(4):3-8.

- 2 The NGM advanced enterprise concepts thrust team, Extended enterprise collaboration, 1997.
- 3 WFMC. TC00-1003, The workflow reference model. Brussels, Belgium: WFMC, 1994
- 4 许青松, 陶丹, 熊锐, 基于 workflow 技术的面向对象的车间框架模型, 第五届中国计算机集成制造系统 (CIMS) 学术会议, 1998
- 5 Tao Dan, etc. Research of a Virtual Information System Supporting Dynamic Collaboration. ETFA'99, Spain, 1999.

Multi-Agent System Supporting Dynamic Collaboration

许青松, 范玉顺, 吴澄, 陶丹

Xu Qingsong, Fan Yushun, Wu Cheng, Tao Dan

Department of Automation,

Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract With the intense competition in the worldwide market, the agile virtual enterprise (AVE) will become the new organization form of manufacturing enterprises. To maximize the benefit from collaborating, one company will collaborate with several collaboration organizations, which are cooperative or competitive. To support the new paradigm, an Agile Manufacturing Information System (AMIS) assisting the virtual enterprise to manage and control information flow among collaborating partners is described in this paper. This system can best meet the requirements of dynamic multi-collaboration. It is an effectively way to realize the enterprises dynamic collaboration for future.

Keywords Agile Manufacturing Information System (AMIS); Dynamic Collaboration; Multi-Agent; Distributed workflow management

附: 作者简介:

第一作者:

许青松, 男, 1971 年生, 清华大学博士研究生,
主要从事系统集成、敏捷制造、软件重用、企业建模等方面的研究。
email: xuqs@mailx.cic.tsinghua.edu.cn

其它作者:

范玉顺, 男, 1962 年生, 清华大学教授, 博士生导师,
国家 CIMS 专家组成员
email: fan@cims.tsinghua.edu.cn

吴澄, 男, 清华大学教授, 博士生导师, 院士,
国家 CIMS 专家组成员

陶丹, 女, 1973 年生, 清华大学博士研究生
email: taodan@dns.au.tsinghua.edu.cn