



文章编号:1003-8728(2004)10-1230-04

制造网格中资源管理与调度系统的研究

刘丽兰,俞 涛,曹红武,方明伦

(上海大学 CIMS 与机器人中心,上海 200072)

刘丽兰

摘 要:为解决制造网格(MG)中资源管理与调度问题,本文开发了制造网格信息服务(MGIS)和制造网格资源调度器(MGRS),建立了制造网格资源管理与调度系统。其中,MGIS通过集成 Globus 提供的检测查询服务(MDS)和各种制造资源封装模板实现了资源的远程封装、注册、发现和监控管理,而 MGRS 实现了全局工艺规划(GPP)分析、资源发现、资源选择、资源匹配以及容错处理等基于 TQCS(时间、质量、成本、服务)的资源调度功能。最后,本文通过建立应用原型说明了该系统的实际应用过程。

关 键 词:制造网格;资源管理与调度;制造网格信息服务;制造网格资源调度器

中图分类号:TP18;TH165

文献标识码:A

Research on Resource Management and Scheduling System in Manufacturing Grid

LIU Li-lan, YU Tao, CAO Hong-wu, FANG Ming-lun

(CIMS & Robot Center, Shanghai University, Shanghai 200072)

Abstract: In order to resolve the resource management and scheduling problem in manufacturing grid (MG), a manufacturing grid information service (MGIS) and a manufacturing grid resource scheduler (MGRS) are developed in this research. The former, MGIS, provides fundamental mechanisms for remote resource encapsulating, registry, discovery and monitoring by integrating monitoring and discovery service (MDS) with various kinds of resource encapsulating templates; and the latter, MGRS, performs scheduling roles as global process planning (GPP) analyzing, resource discovery, resource selection, resource mapping and fault-tolerant handling functions. Furthermore, the application architecture is depicted at the end of the paper to illustrate the utilization of this system.

Key words: Manufacturing grid(MG); Resource management and scheduling(MGIS); Manufacturing grid information service; Manufacturing grid resource scheduler(MGRS)

随着网格技术从科学计算领域向数据和信息服务领域的扩展,网格的概念和体系结构也不断发生变化,目前最有影响力的是以服务为中心的开放网格服务体系结构(Open Grid Service Architecture, OGSA)。在 OGSA 中,一切资源都是服务,包括各种计算资源、存储资源、网络及仪器设备等。而 Globus Toolkit3.0 (GT3) 就是实现 OGSA 思想的一个工具集和平台¹。

为实现制造企业间的资源共享和协同工作,建立网络化制造的标准模式,我们以 OGSA 为系统框架,以 GT3 为开发工具,首次提出了制造网格(Manufacturing Grid, MG)和自组织制造网格(Self-Organization Manufacturing Grid, SOMG)的概念²。同时,为验证制造网格理论的正确性,我们以快速制造为背景,建立了快速制造网格(Rapid Manufacturing Grid, RMG)平台,作为制造网格的前期研究和试点工程^{3,4}。

然而,由于制造业是一个特殊的行业,制造不是指单独的加工过程,而是包括市场调研和预测、产品设计、选材和工艺设计、生产加工、质量保证、生产过程管理、营销、售后服务等产品生命周期内一系列相互联系的活动活动的总称。因此,完成这些生产活动的物理元素——制造资源也就存在着相应的特殊性、多样性和异构性,增加了制造资源管理和调度的难度。

因此,本文开发了制造网格信息服务(Manufacturing Grid Information Service, MGIS)和制造网格资源调度器(Manufacturing Grid Resource Scheduler, MGRS),建立了制造网格资源管理与调度系统。其中,MGIS通过集成 Globus 提供的检测查询服务(Monitoring and Discovery Service, MDS)和各种制造资源封装模板实现了资源的远程封装、注册、发现和监控管理,而 MGRS 实现了全局工艺规划(GPP)分析、资源发现、资源选择、资源匹配以及容错处理等基于 TQCS(时间、质量、成本、服务)的资源调度功能。本文通过建立应用原型说明了该系统的实际应用过程。

收稿日期:2003-09-10

作者简介:刘丽兰(1975-),女(汉),河北,博士研究生

1 制造网格资源管理与调度系统

文献1 中我们提到制造网格是一种 4 层架构:

(1) 最底层是制造网格构造层。该层主要包括各种能够通过网络访问到的制造资源。制造业的各种资源(如设备、仪器等)只要拥有自己的管理和监控系统,就可以通过网络接口封装为服务;

(2) 第二层是制造网格核心中间件层。该层主要包括各种 GT3 提供的服务,例如 Globus 安全构架(GSI)、检测查询服务(MDS)等。同时也包括了我们自己开发的服务,如制造网格信息服务(MGIS) ;

(3) 第三层是制造网格用户中间件层。该层主要包括各种制造业应用支撑工具,如制造网格资源调度器(MGRS)、协同工作环境(CSCW)以及其它 Web 工具;

(4) 最上层是制造网格应用层。制造网格面向制造业的各个领域和行业,包括汽车、家电、航空航天、军工、机械、医疗等。各种应用都根据 GI3 的要求开发,同时用户可以通过各种入口提交任务或查询结果。

然而,由于制造资源的复杂性和多样性,制造资源往往包括从设计资源(CAD/ CAPP/ CAE/ CAM)、仿真资源(VRML/ VM)到制造资源(CNC/ FMS/ RE/ RPM)、乃至各种人力资源或服务资源在内的各种软件资源或硬件资源。不同类型的制造资源之间存在着很大的差异,具有不同的属性信息,包括静态属性和动态属性。其中,静态属性表示资源的几何特征或功能特征,如资源类型、资源的加工能力等,而动态属性是实时变化的特性,如资源的工作状态、可靠度、信誉度等。

基于制造资源的异构性、分布性以及用户提交加工产品的复杂性、多样性,我们开发了制造网格信息服务(MGIS)和制造网格资源调度器(MGRS),建立了制造网格资源管理与调度系统,如图1所示。

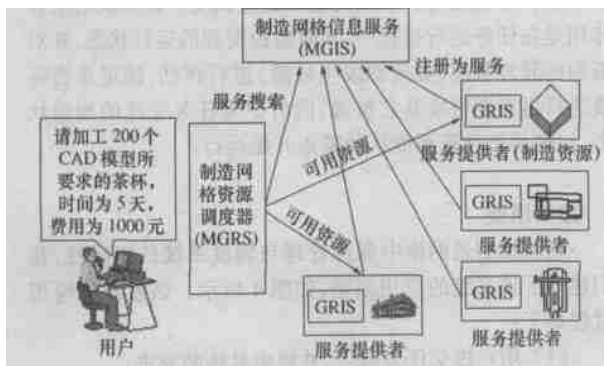


图 1 制造网格资源管理与调度系统

采用这种资源管理与调度方式,制造网络实现了虚拟组织(VO)内的资源共享和协同工作。这种虚拟组织(也称为虚拟企业(VE))由各种位于不同地理位置、属于不同企业的制造资源构成。制造资源管理与调度系统不仅能够根据资源使用者和拥有者的要求有效管理资源和正在运行的

任务,同时还能不断调整以适应资源的动态变化。

下面对制造网格信息服务(MGIS)和制造网格资源调度器进行详细说明。

2 制造网格信息服务(MGIS)

在 G3 中, 基于 LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) 的检测查询服务 (MDS) 提供如下功能: 产生、发布、存储、查询以及显示资源信息。同时, MDS 包括 2 个组件: 一个是为查询资源的当前配置信息、功能和状态提供统一方法的网格资源信息服务 (Grid Resource Information Service, GRIS); 一个是为网格应用在整体上提供目录注册服务的网格索引信息服务 (Grid Index Information Service, GIIS)⁵。

基于 MDS 的功能和特点,我们建立了制造网格信息服务(Manufacturing Grid Information Service, MGIS),如图 2 所示。MGIS 采用 MDS(GRIS 和 GIIS)与各种资源模板相集成的方法实现了资源的远程封装、注册、发现和管理。MGIS 包括 3 个重要组成部分:资源封装模板,GRIS 和 GIIS,各自的功能如下所述:

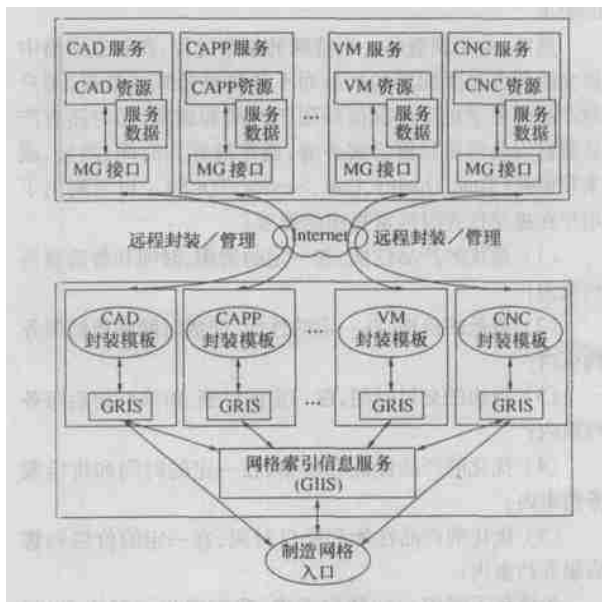


图2 制造网格信息服务(MGIS)结构

(1) 制造资源封装模板。制造网格中,资源之间的差异主要体现在如下几个方面:资源的本质不同(包括物理性能、地理位置、动态性能、精度以及功能等),用户对资源的需求不同(如完成时间、产品质量、加工费用以及服务等),以及资源的使用方式不同(如资源的发现、资源的监控和故障诊断等)。然而,同一种类型的制造资源也有着共同之处:资源的特点和使用方式相同。基于这一发现,我们设计了多种资源的封装模板,每种模板均采用 XML 语言实现,主要包括如下内容:资源的属性、资源使用方式以及资源对外的封装接口。采用这种方式有效降低了制造网格中将资源封装为服务的复杂度。

(2) 网格资源信息服务 (MRIS)。运行于资源端的 GRIS 能够实时响应用户对当前资源或其它相关资源信息和状态的查询,对输入的需求进行认证和解析,将需求分派给一个或多个符合要求的资源,并把资源的反馈信息传给用户。

(3) 网格索引信息服务 (GIS)。作为组织信息服务的 GIS 从多个注册的 GRIS 中获得信息,并提供整个制造网络系统的信息索引和搜索功能。

3 制造网格资源调度器 (MGRS)

目前,网格项目中所用的调度方法主要分为基于性能的调度器和基于经济的调度器 2 大类。其中,绝大多数计算网格和数据网格都属于第一种类型,调度的目的是寻求最短的运行时间(最优性能)。随着网格技术向其它领域的应用,除了运行时间,用户对成本预算也开始有越来越高的要求,基于经济的调度器就是在这种情况下发展起来的,在基于经济的调度过程中进行资源匹配时,同时考虑时间和成本 2 种因素,这种方法在一定程度上满足了网格项目的要求⁶。

然而,由于制造是一个特殊的复杂过程,在制造网格中提交的任务是要加工的产品而不是计算公式或数据,用户对产品的要求也不再仅仅局限于时间和成本,同时还有产品质量以及售前和售后服务等,通常被称为时间、质量、成本和服务 (Time, Quality, Cost, Service, TQCS)。以下列出了用户在提交任务时经常提出的要求:

- (1) 最优的产品性能,在一定的费用、时间和售后服务约束内;
- (2) 最低的价格,在一定的性能、交货时间和售后服务约束内;
- (3) 最快的交付时间,在一定的性能、价格和售后服务约束内;
- (4) 优化的产品性能和价格,在一定的时间和售后服务约束内;
- (5) 优化的产品性能和交付时间,在一定的价格和售后服务约束内;

为满足不同用户的特定需求,我们提出了基于 TQCS 的调度方法,建立了制造网格资源调度器 (MGRS),如图 3 所示。该调度器的目的是在保证整个制造网格系统能力平衡的基础上,为产品寻找最优或近优的匹配资源,并且尽可能不影响正在运行的任务。

从图 3 中可以看出,MGRS 的主要功能包括:基于知识库的 GPP 分析、资源发现、资源选择、基于规则的资源匹配以及容错处理(再调度)等。下面对各部分功能进行分别说明:

(1) GPP 分析。全局工艺规划 (Global Process Planning, GPP) 分析是在 CAPP (Computer Aided Process Planning) 的基础上发展起来的,用于对用户提交的加工任务进行分析,将目标任务分解为多个简单、基本和功能单一的子任务,并确定各子任务需要的资源类型和相互之间的关系。在此分解过程中,GPP 分析知识库是信息的来源,该知识库不但包括制

造业各领域专家提供的工艺分析知识,同时也给出了在分解过程中需要遵循的原则,如:独立分解原则、层次分解原则、功能分解原则或地理解析原则等⁷,这些分解原则可以根据实际需要进行随机组合。

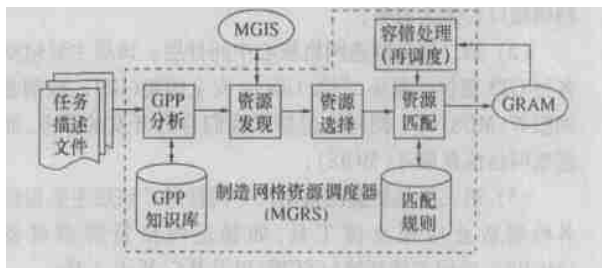


图3 制造网格资源调度器(MGRS)

(2) 资源发现。该模块的作用是首先从 GIS 中搜索所有注册的 GRIS,并通过 GRIS 找到满足 GPP 各阶段需要的已注册资源。同时,该阶段也可以根据资源的当前状态对资源列表进行初步筛选。

(3) 资源选择。一旦可用的资源列表确定,就可以根据用户对任务的特定约束条件进行选择,删除所有不满足条件的资源。该阶段是一个相对静态的选择过程,主要以资源提供的静态属性为主参数进行。

(4) 资源匹配。资源匹配即是资源调度。该模块的目的是以用户的需求为主目标,选择最优的资源匹配 GPP 各阶段的子任务,并通过与资源的交互协商,淘汰风险性高的资源。由于用户的需求往往是 TQCS 等动态因素的组,因此资源匹配的过程是一个多目标决策的过程。在 MGRS 中,我们采用了层次分析法(AHP)⁸,通过建立资源匹配的三层 AHP 模型,有效解决了资源调度问题。

(5) 容错处理。容错处理即是再调度。该模块的主要作用是在任务运行过程中,实时监控资源的运行状态,并对资源的异常状况(如资源发生故障)进行评估,确定是否需要再调度更换其它资源,同时记录任务完成的当前状态,以便再调度资源能从故障点开始运行。

4 应用原型

为验证制造网格中资源管理与调度系统的正确性,我们建立了该系统的应用原型,如图 4 所示。该系统的应用过程如下:

- (1) 用户提交任务请求,并提出具体的要求;
- (2) MGRS 接收该服务请求,通过 GPP 分析将该任务分解为一系列的子任务,并发送“资源发现”命令给 MGIS;
- (3) MGIS 接收该命令,通过 GIS 和 GRIS 将搜索到的资源列表反馈给 MGRS;
- (4) MGRS 经过静态筛选,确定初步满足要求的资源,然后建立资源匹配的 AHP 模型,选择出最优化资源,并预约该资源;
- (5) 到预约时间,MGRS 初始化资源,创建该资源的一个应用实例,并把具体的任务发给资源;

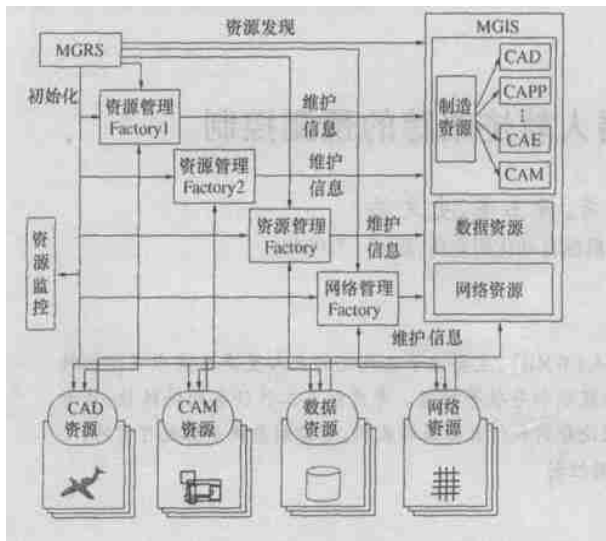


图 4 应用原型

(6) 在资源完成任务过程中,资源监控器实时监控资源的运行状态,如发生异常(如机床故障),则会把信息及时反馈给 MGRS,以便其进行容错处理;

(7) 资源完成任务后,向 MGRS 反馈任务完成信息,应用结束。

5 结论

资源管理与调度一直是网格技术应用项目的关键点和难点。由于制造业的特殊性、制造资源的异构性和制造任务的复杂性,更增加了制造网格(MG)中资源管理与调度的难度。

为给制造网格的各种应用提供可控和可信的资源,并保证整个系统的能力平衡,我们通过开发制造网格信息服务(MGIS)和制造网格资源调度器(MGRS),建立了制造资源管理与调度系统。其中,MGIS通过有效集成MDS(包括GRIS和GIIS)和各种类型的资源封装模板,实现了制造资源的远程封装、发现和监控管理,而MGRS实现了全局工艺规划(GPP)分析、资源发现、资源选择、资源匹配以及容错处理等基于TQCS的资源调度功能。本文通过建立应用原型说明了该系统的实际应用过程。

[参考文献]

- 1 Foster I, Kesselman C, Nick J, Tuecke S. The physiology of the grid: an open grid services architecture for distributed systems integration A. **Global Grid Forum C**, June 22, 2002
- 2 刘丽兰,俞涛,施战备等. 自组织制造网格及其任务调度算法 J. 计算机集成制造系统-CIMS, 2003,9(6):449~455
- 3 刘丽兰,俞涛,施战备等. 快速制造网格及其服务结点的建设 J. 机械设计与研究, 2003,19(5):57~59
- 4 施战备,俞涛,刘丽兰. 快速制造网格中服务注册与发现 J. 计算机应用, 2003,23(9):85~87

- 5 Czajkowski K, Fitzgerald S, Foster I, et al. Grid information service for distributed resource sharing A. **Proc. 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing C**, 2001
- 6 Rafael A, Moreno. Job Scheduling and Resource Management Techniques in Dynamic Grid Environments. <http://www.dacya.ucm.es/rafa>
- 7 李瑜,黄必清,刘文煌,吴澄. 虚拟企业伙伴选择问题领域的目标本体论 J. 计算机集成制造系统-CIMS, 2002,8(2):85~90
- 8 赵乃岩,范玉顺. 基于产品结构的动态联盟盟员选择算法 J. 计算机集成制造系统-CIMS, 2002,8(2):99~104

《CIMS 论文的天地》声明

本站免费向大家提供论文全文,
本站论文除了特别说明的以外都是从作者手中征集得到的。
目前网上论文网站较多,有人非法转载本站论文,
在此提出警告,本站保留对这类行为进行追究的权利。

本站镜像:

欢迎访问《CIMS 论文的天地》

1、上海电信镜像: <http://www.cimspaper.com>

<主站,付费空间,推荐访问>

2、北京虎翼网镜像: <http://cimspaper.51.net>