

文章编号:1006-2343(2003)05-057-03

快速制造网格及其服务结点的建设

刘丽兰¹, 俞 涛¹, 施战备², 方明伦¹

(1. 上海大学 CIMS 与机器人中心, 上海 200072; 2. 上海大学 计算机学院, 上海 200072)

摘 要:实现资源共享、协同工作、实时动态建立虚拟组织是网络化制造追求的最终目标,也是网格计算的主要功能和特点。作者结合两者提出了制造网格(MG)的概念,并建立了快速制造网格(RMG)作为前期研究和试点工程。同时,采用 WSDL 描述、服务映射与实现、服务部署等方法,将快速制造资源描述和封装成服务(RMSN),解决了制约网格技术向制造业推广的瓶颈,并以应用实例说明了具体的实现方法。

关键词:网络化制造; 网格计算; 制造网格(MG); 快速制造网格(RMG); 快速制造服务结点(RMSN)
中图分类号: TP18/ TH165 **文献标识码:** A

实现跨地域、跨企业的资源共享、协同设计和协同制造,根据市场机遇动态组成虚拟企业或者动态联盟,是网络化制造和制造业信息化追求的最终目标。近几年,国内外关于网络化制造的研究非常活跃,许多高校或科研机构都提出了自己的网络化制造模式,如:华中科技大学提出的“基于 Agent 的网络化制造”模式和“分布式网络化制造系统(DNMS)”；同济大学提出的“分散网络化制造系统”；重庆大学提出的“区域性网络化制造系统”；上海大学提出的“基于 SMV PN 的公共技术及服务平台系统”等¹。

与制造业进行网络化制造研究的同时,在信息领域,网格(Grid)技术正在蓬勃发展起来,尤其是随着网格体系结构从早期的五层沙漏结构向开放网格系统架构(Open Grid Services Architecture, OGSA)的发展,对网格的定义和应用也迅速地发生变化,目前最有影响力的是 2001 年 Ian Foster 对网格的定义:动态多机构虚拟组织中的资源共享和协同问题解决² (resource sharing and coordinated problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations)。

从以上对制造业的需求及网格的定义和特点的分析中可以看出,建立制造网格(Manufacturing Grid, MG)是各种网络化制造发展的必然趋势和最终归宿。因此,本文以快速制造为应用背景,提出了快速制造网格(Rapid Manufacturing Grid, RMG)的概念,作为制造网格的前期研究和试点工程,

并对快速制造网格中服务结点的描述和建设进行了较深入的研究。

1 快速制造网格

1.1 快速制造工艺过程

快速制造系统实现从设计到批量生产整个工艺过程,其一般快速制造的过程如图 1 所示³。

从图 1 中可以看出,快速制造是一种集成技术,在快速制造过程中需要各种技术和资源的综合利用。包括:①快速设计(Rapid Design, RD)资源,即各种 CAD 软件,如 UGII、Pro/ E、CATIA、AutoCAD 等;②反求工程(Reverse Engineering, RE)资源,如三坐标测量仪(CMM)、三维激光数字化仪、工业 CT 和 MRI 等设备及其相应的软件;③快速仿真(Rapid Simulation, RS)资源,如各种图形工作站,以及 OpenGL、VRML 等仿真软件;④快速原型制造(Rapid Prototyping, RP)资源,如 LOM(分层实体制造)、SLA(光敏树脂聚合成形)、SLS(选择性激光烧结)、FDM(熔融沉积成形)等 RP 设备及其相应的管理软件;⑤快速制模(Rapid Tooling, RT)资源,如各种铸造模具和塑料模具设备及其相应的软件等。

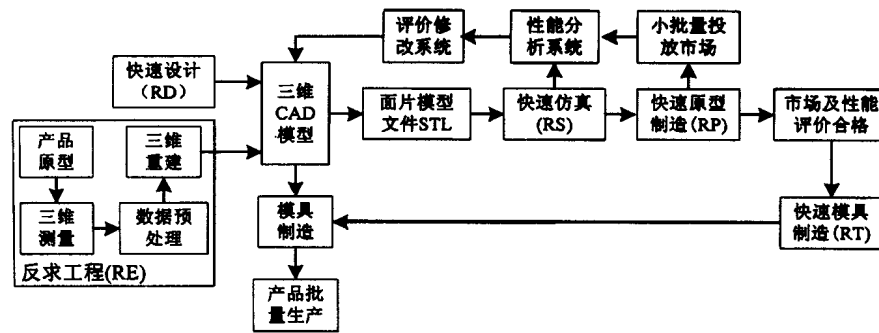
1.2 快速制造网格(RMG)

基于以上对快速制造加工工艺过程的分析,我们提出了快速制造网格(Rapid Manufacturing Grid, RMG)的概念,目的在于为跨地域、跨企业的分布、异构快速制造资源提供一种资源共享和协同工作的环境,使得用户提交的加工任务,能够在动态组成的虚拟组织中完成。快速制造网格的结构如图 2 所示。

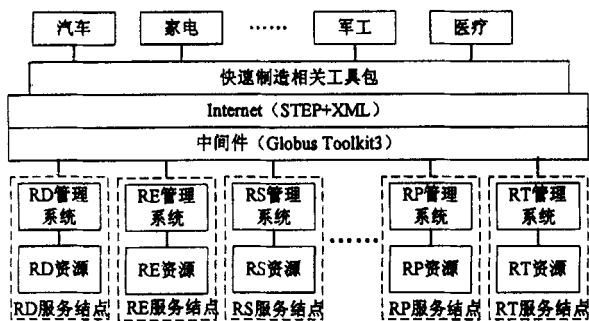
从图 2 可以看出,快速制造网格是一种四层架构:

(1) 最底层是快速制造资源层,也称为快速制造服务结点(Rapid Manufacturing Service Node, RMSN)

层。由于 OGSA 是以服务为中心的“服务结构”,在 OGSA 中,一切都是服务,包括计算资源、存储资源、网络、数据库、仪器设备等,因此在 RMG 中,首先要将各种资源描述和封



▲图 1 快速制造工艺过程



▲图2 快速制造网络结构

装成服务,实现资源、信息、数据等的统一,使分布式系统管理有标准的接口和行为。

(2) 第二层为中间件层。该层中采用基于 OGSA 的 Globus Toolkit3 作为网格平台,既包括通用网格的各种功能,如安全认证、权限和授权、动态登录等,同时也提供了一个公共的框架,不同类型的服务可以根据自身的特点添加不同的内容和实现方法。

(3) 在应用协议层,我们采用 STEP + XML 标准,充分利用制造业解决产品数据共享的国际标准 STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data,产品模型数据转换标准),以及分布式应用之间信息交换标准 XML,为快速制造不同服务结点建立资源共享和协同工作的环境。

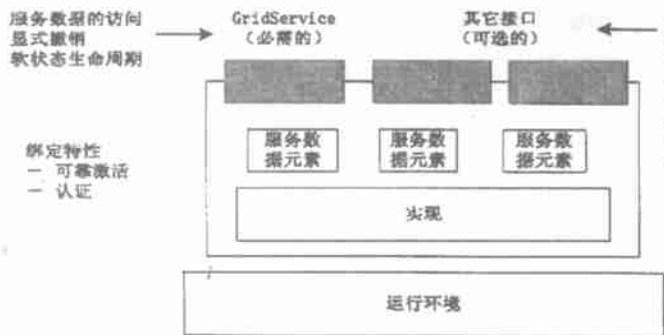
(4) 在应用层开发快速制造相关的工具包,各种用户只要利用该工具包,就可以利用 RMG平台,提交各种任务。

2 RMSN 的建设

由于 OGSA 实现的是服务的共享,一切具有特定功能的网络化实体都是网格服务 (Grid Service),该服务提供一组明确定义并且遵守特定惯例的接口,解决服务发现、动态服务创建、生命周期管理、通知等问题,即:网格服务 = 接口/行为 + 服务数据,而网格是可扩展网格服务的集合,即:网格 = {网格服务}。在实际应用中,网格服务可以以不同的方式聚集起来满足虚拟组织的需要,虚拟组织自身也可以部分地根据他们操作和共享的服务来定义⁴。

对快速制造网格来说,RMG = {RMSN},因此,能否将快速制造资源表达和封装成服务,为其定义合适的属性、接口、操作和服务数据,实现一定的功能,是制约网格向制造业推广的关键。

根据 OGSA 提供的接口及其对网格服务的定义,图 3 示



▲图3 网格服务示意图

出了一般网格服务结构示意图。其中,只有 GridService 是必需的。

要建立快速制造服务结点 RMSN,关键问题在于为各种资源定义一个到多个必要的接口,每个接口实现一定的操作,同时也要描述资源必要的属性和服务数据。建立 RMSN 步骤如下:

(1) RMSN 描述。我们采用 WSDL (Web Service Description Language)⁵ 进行 RMSN 的描述,在 WSDL 文档中定义下列元素:

- Name,网格服务的名称。可以是任意字符串;
- Types,网格服务的类型。为便于资源的组织和管理,可以对 RMSN 进行分类管理,每个资源都应属于某个特定的服务类别,可以有多种分类方式,包括:功能分类、地域分类等等;
- Properties,属性。在使用和配置 RMSN 时,通常需要了解该服务结点的细节信息,因此需要给出其必要的属性,包括静态属性和动态属性;
- Port Type,接口。每个服务结点所支持的接口,即 RMSN 的接口及所支持操作的抽象集合;
- Operation,操作。每个接口所支持的具体操作;
- Message,消息。该服务结点所支持的数据结构;
- Port,服务访问端口。协议/数据格式绑定与具体 Web 访问地址组合的单个服务访问端口;
- Binding,绑定。特定端口类型的具体协议和数据格式规范的绑定;
- Service,服务。相关服务访问点的集合。

(2) 服务映射与实现。当 WSDL 文档定义好后,采用 WSDL2Java 方法,将 WSDL 文档映射为 Java 文件,并在 Java 中真正实现诸如接口 (Port Type)、操作 (Operation)、绑定 (Binding) 等具体内容,并编译为 Class。

(3) 服务部署。部署的过程同时也是服务发布的过程,此时,网格会根据该服务所在 IP 地址、端口、以及部署的位置等信息,为其分配一个全球唯一的网格服务标识符 (Grid Service Handle, GSH),一般为 URI。在快速制造网格中为快速制造服务标识符 (Rapid Manufacturing Service Handle, RMSH),必须保证 RMSH 在系统中的唯一性,不能出现多个 RMSH 指向同一个资源或者一个 RMSH 指向多个资源的情况。

(4) 此时,快速制造资源就描述和封装为服务,并支持服务发现和服务创建。

3 应用实例

下面以LOM系列 HRP- IIIA 薄材叠层激光快速成形设备为例,将其描述和封装为 RP 服务,这里主要侧重在服务的属性、接口、操作等的 WSDL 描述。

表 1 列出了该 HRP- IIIA 快速成形设备必要的属性信息,包括静态属性,如:设备类型、成形空间、定位精度、文件格式和成形材料;动态属性,如:加工费用、当前设备工作状态、完成任务百分比、以及下一任务需要等待的时间

等。

表 1 RP 设备属性列表

属 性	HRP- IIIA	说 明
RPTYPE	LOM	快速成形的类型
ShapingSize (mm ³)	600 ×400 ×500	成形空间 (mm ³)
Precision (mm)	0.02	重复定位精度 (mm)
InputData Type	STL	文件输入格式
Material	热熔树脂涂覆纸	成形材料
Price (RMB/ Hour)	150	加工费用 (元/ 小时)
Crrent State (Busy/ idle/ broken)	Busy	当前状态 (正忙/ 空闲/ 故障)
Rate (%)	60	完成当前任务 百分比 (%)
Available (Hour)	10	多长时间后 可使用 (小时)

同时,除了 GridService 接口外,该快速成形设备需要其它必要的接口类型和相关操作,表 2 列出了其它两个接口: ServiceProperties 和 DataAccess。

表 2 RP 服务接口类型

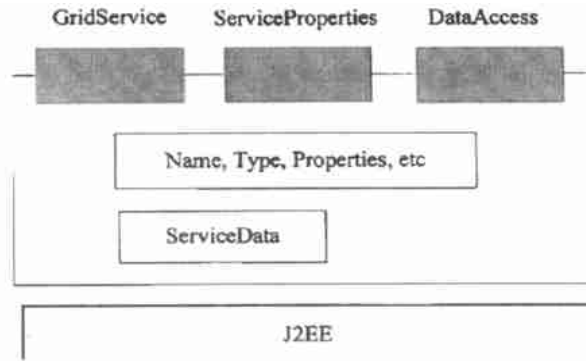
接口类型	操 作	说 明
ServiceProperties	Set Properties	设置(添加)必要属性
	Get Properties	读取(获得)属性
DataAccess	TransInData	数据输入
	TransOutData	数据输出

利用 WSDL 将 RP 服务的属性和接口、操作表示如下:

```
< ? xml version = "1.0" encoding = "UTF - 8" ? >
< definitions name = "HRP - IIIA ">
targetNamespace = "http : //samples.ogsa.globus.org/ HRP "
xmlns:tns = "http : //samples.ogsa.globus.org/ HRP. wsd"
xmlns:xsd1 = "http : //samples.ogsa.globus.org/ HRP. xsd "
xmlns:soap = "http : //schemas.xmlsoap.org/ wsd/ soap/ "
xmlns = "http : //schemas.xmlsoap.org/ wsd/ ">
< Properties >
< schema
targetNamespace = "http : //samples.ogsa.globus.org/ HRP.
xsd "
xmlns = "http : //www.w3.org/ 1999/ XML Schema">
< element >
< element name = "RPTYPE" type = "string" >
< element name = "ShapingSize" type = "int" >
< element name = "Precision" type = "float" >
< element name = "InputDataType" type = "string" >
< element name = "Material" type = "string" >
< element name = "Price" type = "float" >
< element name = "CrrentState" type = "string" >
< element name = "Rate" type = "float" >
< element name = "Available" type = "int" >
</ element >
</ schema >
</ Properties >
< port Type name = "ServiceProperties">
< operation >
```

```
< name = "Set Properties">
</ operation >
< operation >
< name = "Get Properties">
</ operation >
</ port Type >
< port Type name = "DataAccess">
< operation >
< name = "TransInData">
</ operation >
< operation >
< name = "TransOutData">
</ operation >
</ port Type >
</ definitions >
```

经 WSDL 描述、服务映射实现、服务部署等封装后的 RP 服务结构如图 4 所示。



▲图 4 RP 服务结构

4 结论

本文在分析网络化制造的发展趋势,网络的定义和特点基础上,提出建立制造网格(MG)是制造业信息化发展的必然趋势,并建立了快速制造网格(RMG),作为 MG 的前期研究和试点工程。同时,本文采用 WSDL 描述、服务映射实现、服务部署等方法,将快速制造资源描述和封装成服务(RMSN),解决了制约网格技术向制造业推广的瓶颈,并以应用实例说明了具体的实现方法。

参考文献:

1 刘飞,刘军,雷琦. 网络化制造的内涵及研究发展趋势 A . 2002 年中国机械工程学会年会 C. 2002.

2 I Foster ,C Kesselman ,J Nick ,S Tuecke. The Physiology of the Grid:An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration J . Global Grid Forum ,2002 , (6) :22.

3 李钊,吴殿梁,洪军,丁玉成. 基于工业设计和先进制造技术的产品快速开发 J . 制造业自动化 ,2002 ,24(4) :25~29.

[4] I Foster ,C Desselman ,S. Tuecke. The Anatomy of the Grid:Enabling Scalable Virtual Organizations J . International J . Su per-computer Applications ,2001 ,15(3) :1~25.

5 Steven Tuecke ,Karl Czajkowski ,Ian Foster. Grid Service Specification OB/ OL . htt p : //www.grid forum.org/ ogst-wg.

作者简介:刘丽兰(1975 -) ,女,上海大学 CIMS 与机器人中心博士研究生,主要从事 CIMS、PLM、异地设计制造、制造网格技术的研究,已发表文章 6 篇。

Research on Rapid Manufacturing Grid and Its Service NodesLIU Li-lan¹, YU Tao¹, SHI Zhan-bei², FANG Ming-lun¹

(1. CIMS Research Center of Shanghai University, Shanghai 200072, China; 2. Computer Department of Shanghai University, Shanghai 200072, China) P57

Abstract : The objectives of Network Manufacturing are resource sharing, collaborative working, and building virtual organizations dynamically. These objectives are also the main characters of grid. Combining with both Manufacturing Grid (MG) and Rapid Manufacturing Grid (RMG) as its pre-research, it is the first time put forward in this paper. At the same time, in order to encapsulate rapid manufacturing resource into Rapid Manufacturing Service Node (RMSN), the methods of WSDL description, service mapping and realization, service deploying are adopted and validated in RMG.

Key words : Network Manufacturing; Manufacturing Grid (MG); rapid manufacturing Grid (RMG); Rapid Manufacturing Service Node (RMSN)

CIMS Papers' World

Here scientific papers on Computer Integrated Manufacturing System (CIMS) and other fields! for you FREELY!

1. <http://www.cimspaper.com>

2. <http://xcchen.yeah.net>

3. <http://cimspaper.icpcn.com>

4. <http://cimspaper.51.net>