

一种支持资源跨域共享的制造网格平台

郑永猛¹, 李长英², 杨成伟^{3,4,5}

- (1. 中国联合网络通信有限公司 济宁市分公司, 山东 济宁 272000;
2. 山东省鲁南工程技术研究院 管理中心, 山东 济宁 272000;
3. 山东财经大学 管理科学与工程学院, 山东 济南 250000;
4. 山东省软件工程重点实验室, 山东 济南 250000;
5. 中创软件工程股份有限公司, 山东 济南 250000)

摘要: 由于地区间服务资源的不均衡, 如何实现地区间服务资源的共享, 为本地和异地企业提供更多、更廉价的服务, 日益成为政府需要破解的难题。针对这一问题, 文中提出一种支持资源跨域共享的区域制造网格应用平台。对平台建立的资源聚集和业务协同环境, 提出了一种制造网格体系结构, 对平台的业务模式进行描述, 并分析了实现平台的关键使能技术。区域制造网格平台的建立克服了网络化制造中的带宽瓶颈和服务能力不足的缺陷, 实现了更高的访问速度与容错性, 能够确保地区之间制造资源的共享与分配。从平台部署实施的应用结果表明, 该平台对中小制造企业间实现制造资源跨区域共享起到了较好的作用。最后, 分析了平台应用中存在的不足, 并对下一步的工作进行了展望。

关键词: 网格; 资源共享; 门户; 系统集成

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2016)02-0199-06

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2016.02.044

A Manufacturing Grid Platform of Supporting Resources Sharing of Cross-domain Region

ZHENG Yong-meng¹, LI Chang-ying², YANG Cheng-wei^{3,4,5}

- (1. Jining Branch, China United Network Communications Co., Ltd., Jining 272000, China;
2. Management Center of Southern Shandong Academy of Engineering Technology, Jining 272000, China;
3. College of Management Science and Engineering, Shandong University of Finance and Economic, Jinan 250000, China;
4. Shandong Provincial Key Laboratory of Software Engineering, Jinan 250000, China;
5. CVIC Software Engineering Co., Ltd., Jinan 250000, China)

Abstract: Due to unbalanced regional service resources, how to implement the service resources sharing between regions, and to provide more and more cheap service for the local and foreign enterprises, is becoming a problem to be solved by the government. In order to solve this problem, put forward a regional manufacturing grid application platform of supporting cross-domain resources sharing. For the environment of resource aggregation and business collaboration established by this platform, a manufacturing grid system architecture was presented. Describe the business mode for the platform and analyze the key enabling technology. This platform established overcomes the defects of bandwidth bottleneck and insufficient service ability, to achieve the higher access speed and fault tolerance, and to ensure a better quality of service. The experimental results show that the platform can effectively realize sharing resources between regions. At last, the shortcomings of the application of the platform have been analyzed, and the future work is prospected.

Key words: grid; resource sharing; portal; system integration

0 引言

制造网格是利用先进的计算机和网络技术, 通过

网络将各个企业的软硬件资源, 包括设备资源、人力资源、技术资源、应用系统资源、服务资源、用户信息资

收稿日期: 2015-05-18

修回日期: 2015-08-24

网络出版时间: 2016-01-26

基金项目: 山东省高校科技计划资助项目 (J14LN19); 山东省自然科学基金 (博士) 资助项目 (BS2015DX013)

作者简介: 郑永猛 (1981-), 男, 工程师, 硕士研究生, 研究方向为高级数据库与系统集成、算法设计与分析等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160126.1520.050.html>

源、计算资源等其他相关资源,通过封装和集成的方式聚集起来,为企业提供一种透明的资源使用方式,实现资源的按需供给以支持企业之间动态联盟的建立和提供工作协同的面向领域的问题求解环境,以达到降低生产经营成本、缩短产品生命周期、快速满足市场需要的目的^[1-4]。制造网格是网络化制造逐步发展的结果^[5],其内涵有广义和狭义之分。广义的制造网格以下一代互联网技术为基础,试图将全世界所有的企业连接成一个有机整体,实现自动采购、协同制造、统一销售,实现全社会范围的精确生产模式。最终实现全球制造资源的融合和虚拟化,能够使资源的获取像获取水电一样透明^[6]。狭义制造网格以开放网格体系架构(Open Grid Service Architecture, OGSA)和 Web 服务资源框架(Web Service Resource Framework, WS-RF)技术为最新发展方向,是一定范围内、针对特定的制造任务建立的网格。包括研究最早的计算网格以及 IBM、Sun、Oracle 等公司建立的商业网格均属于这一类。

广义和狭义制造网格只是在不同范围和不同发展时期网格的两种不同表现形式。从现实角度来说,要建立广义的全球制造网格环境还需要很长的一段时间。但是,在面向区域的网络化制造应用的成功基础上进行升级改造,建立特定范围的狭义网格环境,是制造网格从概念进入应用的最佳时机。平台作为理论概念到实际应用的桥梁,在网络化制造到网格化制造的过渡中将继续发挥重要作用。

国外在制造网格方面展开了深入研究。如牛津大学在“基于只能代理的复杂动态网络研究”中对制造网格所涉及的相关问题(技术、社会、基础设施、物流、信息流等)展开研究;剑桥大学面向商务的 Grid Manufacturing^[7],能够动态生成制造资源;利物浦大学在“商务网格和智能供应链研究”中提出按需、普适访问制造资源的问题;德国希根综合大学面向中小企业的 E-Grid 主要目的是简化企业接入使用网格服务的难度。国内对制造网格尚处于概念和内涵的理解阶段。

如清华大学范玉顺教授认为,制造网格是在网络化制造基础上利用基于先进的网格和计算机技术以实现异构资源封装、集成,提供协同工作环境和各种制造服务^[1]。王爱民等认为制造网格就是建立在计算网格基础上的一种应用网格,计算网格为其提供了基本的支撑^[8]。刘丽兰等提出自组织制造网格和快速制造网格的概念^[9]。梁英等在 AmGrid 基础上,提出了业务共同体技术和基于策略、事件驱动的应用动态联盟构造方法以解决资源在联盟中的共享问题^[4]。王国庆等提出改变传统一对多 ASP 服务模型,构建了网格多对多服务模型,提高最大吞吐率,减轻了带宽瓶颈^[10]。

综上,国内外在制造网格方面主要研究异构制造资源的封装和共享、在虚拟组织内进行协同问题求解。对于实际的资源跨域共享的区域制造网格应用并未涉及。

1 相关技术

1.1 网格平台构建技术

基于 Portlet 技术的网格门户是近年流行的网格门户构建技术。其中有必要明确三个概念:Portal(门户)、Portlet 和 Portlet 容器及其关系。在 JSR168 规范^[6]中定义为:

Portal 是基于 Web 的应用,提供了个性化、单点登陆、内容聚集能力。它将不同来源的交互内容集成在一个页面内。Portal 提供用户的个性化定制内容,一个页面可以由来自不同用户创建的不同的 Portlet 构成。

Portlet 是基于 Web 组件的 Java 技术,由 Portlet 容器来管理,处理请求并动态生成内容。Portlet 在 Portal 中作为可插入用户接口,为信息系统提供表示层组件。Portlet 在门户中生成的内容根据用户不同的需求进行定制。Portlet 容器提供 Portlets 运行的环境并管理 Portlets 运行的生命周期。它从 Portal 接收请求并在 Portlet 中执行请求。

它们之间的关系如图 1 所示。Portlet 是一个按照

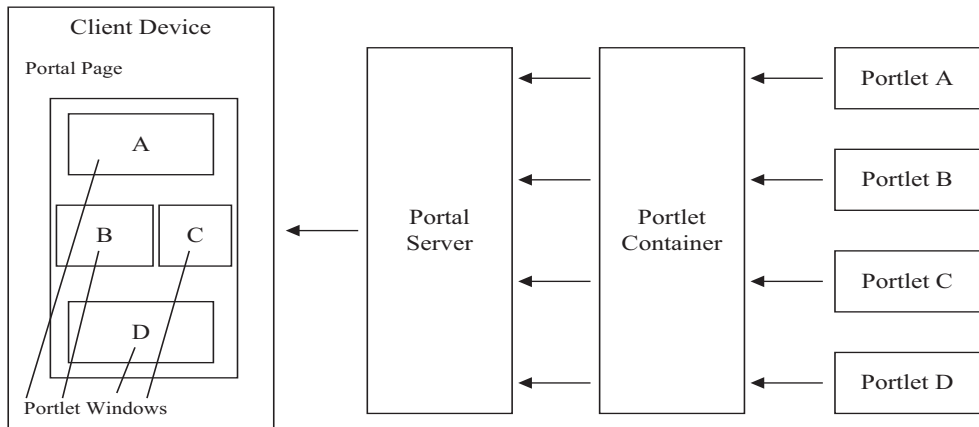


图 1 Portal、Portlet 和 Portlet 容器间的关系

组件思想进行划分和封装的 Web 组件,这些 Web 组件通过聚集形成完整的 Web 页面,这些页面聚合成一个门户(Portal)。

从用户的角度看,Portlet 是在 Web 页面上显示出来的工作区域,每个 Portlet 管理浏览器屏幕的一小部分,每个 Portlet 可以独立与数据库交互,将信息独立显示在 Portlet 窗口上。由于门户页面中的各个区域的内容是独立的,每个区域都可以是一个特定的 Portlet 程序,通过一些 XML 配置后,一个 Portal 就可以根据需要显示特定的信息。如 SDMSP 首页中的“热点新闻”Portlet 收集、检索和列出每日地区最新咨询信息的功能;“SBM 系统”Portlet 封装了远程供应商管理系统,并将该系统的门户页面和一些业务数据按照预定方式显示在 SDMSP 系统 Portlet 内。

1.2 网格平台架构技术

当前主流的网格平台架构有欧盟基金会 GridLab 项目下的 GridSphere;被广泛用于高等教育机构构建 Web 门户的 uPortal;适于企业门户开发的 LifeRay Portal;目前最为符合 JSR-168 Spec 的 portal 实现的 JPortal;OpenPortal;具有国际化与商业化的 jCharon;代表了完整的 J2EE 应用,使用了 Web、EJB 以及 JMS 等技术,特别是其前台界面部分使用 Struts 框架技术,基于 XML 的 Portlet 配置文件可以自由地动态扩展,使用了 Web Services 来支持一些远程信息的获取,使用 Apache Lucene 实现全文检索功能。

比较上述门户技术,最终选择 GridSphere 作为地区网格门户架构出自下面的考虑:

- (1)它是基于 Portlet 的网格门户,符合当前发展趋势;
- (2)它是专门针对于网格开发的 Portlet,易于同网格技术结合;
- (3)它是完全开源的软件,便于学习和研究;
- (4)它是兼容 Portlet 标准的(JSR-168),易于实现互操作。

在实际制造网格平台构建中,其他网格门户构建的方式和技术也是值得研究和借鉴的。

2 区域制造网格构建

2.1 体系结构

与网络化制造平台不同,制造网格平台是一种网格应用系统,它必需首先具有网格系统的特征。一个典型的网格系统应该具有虚拟组织管理服务(Virtual Organization Management Service)、资源发现和管理服务(Resource Discovery and Management Service)、作业管理服务(Job Management Service)三个必需的组件,其他还可能包含安全服务、数据管理服务组件实

现^[11]。制造网格是网格计算在制造行业(企业)的一种应用。相比普通网格(计算网格、数据网格)制造资源种类繁多且异构程度大,制造过程更加复杂、更具灵活性与不确定性,实现的难度要大得多。网格技术权威 IanFoster 将网格体系结构定义为“划分系统基本组件,指定系统组件的目的与功能,说明组件之间如何相互作用的技术”^[12]。因此,为了更好地实现制造网格,有必要研究制造网格的体系结构,并结合需求,确定制造网格系统的组成模块,以及它们之间的组合关系,如图 2 所示。

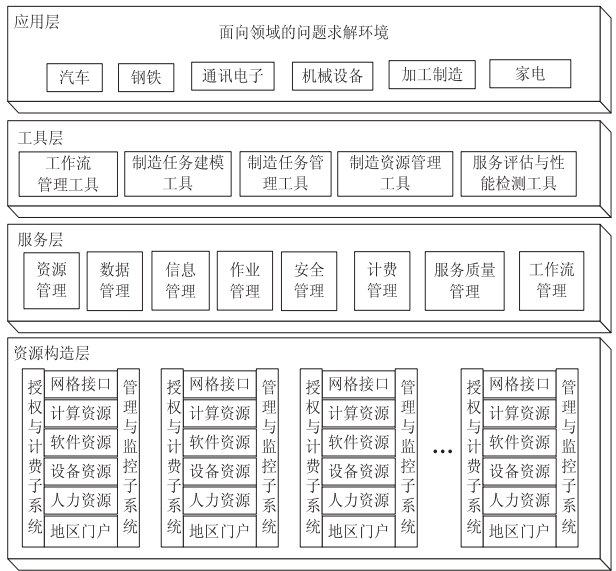


图 2 制造网格的体系结构

(1)应用层:制造网格中面向领域的问题求解环境是一种基于网络的、面向特定应用领域、支持共享和协同易用的共性能求解环境。在制造网格环境下,通过为不同领域定制访问门户,为用户提供基于 Web 的、统一安全的用户界面,通过用户界面提交任务或直接或间接使用网格平台中的资源。

(2)工具层:扩展和补充服务层的功能。针对制造网格中任务的特殊需要,开发相关的补充工具,如工作流管理工具、制造任务建模工具、制造任务管理工具、制造资源管理工具、服务评估与性能检测工具等。

(3)服务层:利用了计算网格基于 OGSA 的 GT4 实现制造网格中所需要的计算、存储方面的服务及有关协议内容,具体包括:资源管理、安全管理、数据管理、信息管理、作业管理。还包括与制造网格相关的一些管理内容,如计费管理和服务质量管理等。

(4)资源构造层:通过将各种异构、分布制造资源描述和封装成服务,实现对地区制造资源的共享。地区节点作为一个独立的门户系统服务于当地的生产企业,同时聚集了大量丰富的制造网格资源。地区节点之间的资源共享与服务协同是通过网格接口接入制造网格环境实现的。

2.2 业务模式

地区节点业务模式主要由 10 个基本服务支撑,分别是服务注册、注册审批、服务发布、服务检索、服务申请、服务使用、服务管理、信息总汇和监控管理,平台的业务流程如图 3 所示。

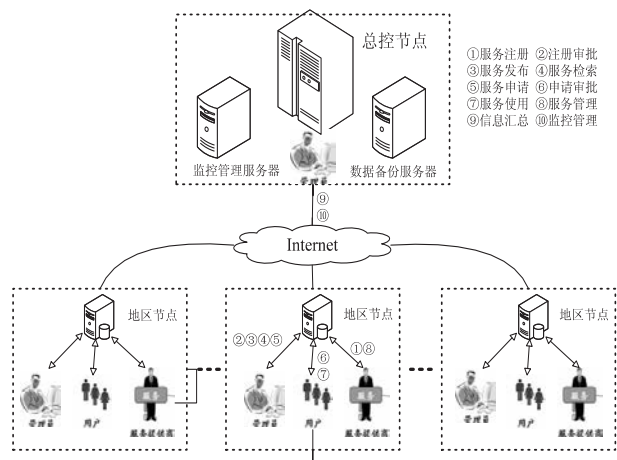


图 3 平台的业务流程

①地区节点合法的服务提供商想发布远程 Portlet Web 服务,首先要发布适当的 UDDI 目录入口,说明该 Portlet 对应的 WSDL 位置,该 WSDL 描述了所发布的远程 Portlet Web 服务接口。之后,上传按 jsr168 Portlet 标准封装的 Portlets 组件包到地区平台资源库内。最后,在平台上注册此服务的主要信息(服务名、服务描述、服务应用组和服务管理组等)以供检索和查找。为简化操作流程,该过程以向导方式完成。

②地区节点的平台系统管理员,对该服务提供商的资格和服务进行审核,然后以“在线审批”的方式审批服务。

③地区平台管理员部署服务到平台上,并进一步与服务提供商取得联系商议服务的细节问题,如是否提供试用期限,服务使用方式(下载、租用),计费方式(计次、计时),维护分工等细节问题。这些将通过管理选项来设置。

④服务 Portlet 发布成功后,此服务注册信息及 UDDI 信息在本地区节点内生效。总控节点内的超级管理员利用管理工具搜索 UDDI 目录,查找到远程 Portlet Web 服务接口(Remote Portlet Web Service Interface)实现的服务,将相匹配的 Portlet Web 服务注册在地区服务注册表中,并设置服务发现权限,使服务对不同地区提供不同可见性。

⑤考虑到平台运营的需要,用户获得理想服务内容后,并不能直接使用该服务,而是需要申请平台账号,并提出具体服务的使用申请,经由本地区域管理员审批。

⑥申请服务的用户获得使用权限,同时也建立了

自己的账户,依据事先约定,计次或计时从账户中扣除一定的使用费。

⑦在服务使用中,账号中的费用被消耗。当账户资金不足时,用户服务将被停用,用户可到指定机构(或网上银行)对所属账号进行充值。

⑧服务管理由服务提供商和地区管理员一同进行。从权限能力比较,地区管理员不仅拥有对服务本身的管理(如启动、停用、重新加载、删除等),而且拥有对服务用户的管理(如查询、添加、修改等)。

⑨目前总控节点主要汇总三类信息:地区人员(管理员、用户、服务提供商)基本信息,地区服务基本信息,地区新闻资讯信息。将信息资源汇总到总控节点,除了达到对地区节点重要数据进行备份,防止地区节点崩溃造成不可逆转损失外,也为网格环境下的资源监控与调度、服务发现与管理提供保障。

⑩监控管理分为两部分,地区节点的监控管理功能提供了本地资源的使用情况,如用户申请情况、在线情况、服务申请使用情况,以及硬件资源的利用率等。这些监控信息是为了保证地区管理员有效了解本地资源利用情况、维护好地区平台。总控节点收集地区节点的资源监控信息,进行数据挖掘、信息表示,即时获取并分析地区节点的使用情况,为资源的跨域调度、共享提供最佳策略。

3 区域制造网格使能技术

3.1 资源分类

制造网格中的资源划分没有统一的标准,可以囊括制造业中的各种服务资源。为了方便进行制造资源的封装与集成,有必要对这些资源进行抽象划分。

- 设备资源类:包含制造活动中具有某种功能的物理设备,如机床、夹具、量具等;

- 人力资源类:在制造活动中具有某种操作、管理和技术能力的人;

- 技术资源类:制造活动中所需要的技术性资源,如设计图纸、设计流程、工艺流程、管理流程、营销流程的集合;

- 物料资源类:制造活动中所需要的物理材料、半成品和成品,如零部件、原材料等;

- 应用系统资源类:制造过程中所用到的所有软件资源的集合,可细分为设计软件、分析软件、仿真建模软件和管理软件四类;

- 服务资源类:为资源使用者提供各种信息的咨询、培训以及各种国家、行业、企业标准等;

- 用户信息资源类:记录资源提供者和资源使用者的基本信息,为资源评估、发现和调度提供依据;

- 计算资源类:在制造环境问题求解过程提供保

障的计算机 CPU、存储、带宽等资源;

- 其他资源类:如记账、公共信息等资源。

3.2 资源封装

制造网格环境中的资源是独立的、分散的和异构的,企业发布资源是自主进行的,因此对资源的封装,对于互联网环境下对资源的分类、选择、搜索、调度、优化、集成、组合以及资源的虚拟化,实现资源的自治管理起着关键作用。

对资源良好封装的意义还在于,首先要提供统一的、开放的技术,对资源或者接口进行一致的封装,便于资源的发现、集成和共享。资源的封装是实现资源虚拟化的基础,通过屏蔽资源的异构性、复杂性,实现用户透明使用资源。资源的封装为资源的调度、优化、质量、性能监控提供保证。计算网格研究中心提供计算、存储的能力,资源集中在计算资源、存储资源管理上。制造网格关注的是整个制造生命周期全过程,因此涉及的资源种类比计算网格要丰富得多也复杂得多。一般包含 3.1 节中提到的 9 种资源类型。

将制造资源进行网格化利用是制造网格重要的研究内容。制造网格门户平台的目标是提供对网格资源访问的入口,同时为用户提供统一的界面、统一的业务流程、统一的工作协同环境。文中采用模板方法对资源进行封装实现对网格资源的有效集成。基于模板的制造资源服务化封装过程,步骤如下:

- (1)资源描述:选择资源描述模板,填写资源属性具体描述,该资源属性文档保存为 XML 格式。
- (2)资源封装:根据资源描述模板查找对应的资源实现类,根据资源的特点修改或者直接复用该资源实现模板。
- (3)资源部署:将资源的接口加入到资源适配器中。在资源适配器中自动生成 Resource,同时获得资源实现类的相关信息,完成资源的服务化封装,得到 WS-Resource,对外呈现统一的调用接口。
- (4)资源调用:在资源调用执行时,资源适配器自动加载资源实现类与具体的资源交互实现资源调用。

3.3 资源匹配

对于不同类型的服务,服务系统采用逻辑服务构建应用,并映射到物理服务实例完成任务的具体执行。假设用户是根据逻辑服务定义中设定的非功能属性条目给出相应的约束,那么问题转化为判断物理服务的每个非功能属性是否满足逻辑服务非功能属性的需求。

对服务非功能属性之间的映射问题给出定义:

定义:设 $PS = \{ps_1, ps_2, \dots, ps_n\}$ 是和逻辑服务 ls 功能匹配的候选服务集。

定理:物理服务与逻辑服务非功能属性匹配关系

记作 $R_{nm} \models PS. PNF \times LS. LNF$, 对于 $ps \in PS, ls \in LS, ps. pnf \in PS. PNF, ls. lnf \in LS. LNF, < ps. pnf, ls. lnf > \in R_{nm}$, 当且仅当:

- (1) $Count(ps. pnf) \geq Count(ls. vnf)$, 即物理服务的非功能属性条目等于或多于逻辑服务的非功能属性条目。
- (2) $\forall ls. lnf_i \in ls. lnf, \exists ps. pnf_j \in ps. pnf, lnf_i. name = pnf_j. name$ 或 $lnf_i. name \subset pnf_j. name$, 并且 $ValueMatch(pnf. value, lnf. value)$ 。其中 $=, \subset$ 指语义相等和语义包含关系,即对于逻辑服务中的每个非功能属性条目,总能找到物理服务相应的非功能属性与之对应,并且满足值域匹配要求。取值在虚拟服务非功能属性取值值域之内。对于不同的非功能属性, $ValueMatch()$ 具体匹配策略不同。

算法 1:

```
{
  对 vs 的每个非功能属性条目 vnf{
    flag = false;
    对 psi 中的每个非功能属性 pnf{
      if( vnf. name = pnf. name and ValueMatch( pnf. value, vnf. value ))
        flag = true;
      if flag = false, return false;
    }
    return true;
  }
}
```

$ValueMatch()$ 的实现由非功能属性内容决定(如费用、时间、权限、服务提供商等非功能属性因素。

算法 2:

```
{
  if
    ( lnf. usetime ≤ UsefulLife. endTime and lnf. usetime ≥ UsefulLife. startTime )
    return true;
  else
    return false;
}
```

3.4 资源监控与管理

通过在地区节点服务器上安装 Ganglia 的客户端(gmond)可以将地区服务器节点系统性能信息发送到平台上,在中心节点服务端(gmetad)对这些信息进行分类和统计得到地区平台的系统压力及性能情况。通过 Ganglia PHP Web Frontend(基于 Web 的动态访问方式)以图形化方式展现出来。Ganglia 监控软件主要是用来监控系统性能的软件,如:CPU、MEM、硬盘利用率、I/O 负载、网络流量情况等。通过曲线很容易见到每个节点的工作状态。通过向 Globus 配置文件中添加以下内容可以实现与 MDS 集合,这样就可以在 MDS

中调用 Ganglia 的信息了。

```
<defaultProvider>
```

```
java org.globus.mds.usefulrp.glue.GangliaElementProducer
```

```
</defaultProvider>
```

通过以上设置, GangliaElementProducer 类就可以向索引服务提供集群范围的信息了。

另外,原 Ganglia 工具在大型分布式网络系统中对其不足进行了改进,包括:

(1) 监控信息保存:原 Ganglia 系统采用轮转数据库,数据不能长久保存,影响历史统计。在地区节点将监控信息截取,并保存于本地数据库中。当中心节点需要时,利用 WebService 技术提取地区节点数据用于统计。

(2) 容错性:随着平台地区节点的增加,由于网络等因素的限制,数据传送的错误难以避免。利用线路冗余容错方式,即在被检测的网格系统任何两个汇集节点之间至少需要有两条不同的链路相连(不必直接连接),使得汇集节点和与之相连的线路都有备份。

(3) 预警与诊断能力:在 SDMS 这样的大型网络分布系统实施中,显著增强诊断网格系统故障的能力是至关重要的。因此,在节点(中心、地区)网格平台上增加了警告机制模块,对重要监控指标(CPU/内存/磁盘/数据流量)设置警告阈值,对网格平台关键性能进行警示,并设置了相应的策略,对故障进行自诊断和自处理。

4 结束语

制造网格环境已基本形成,在平台运行中需进一步解决的问题如下:

(1) 不同厂商之间的 Portlet 不能相互调用。JSR168(Java Portlet Specification)的出现对统一 Portlet 起到了关键性作用,为 Portlet 门户组件之间的互操作定义了公共模式和接口规范。尽管如此,对于一些不熟悉 JSR168 的服务提供商仍然需要一定的时间改变自己固定的开发方式,开发符合标准的 Portlet 提交到地区服务平台上进行集成。

(2) 虽然平台提供了第三方开发商提交 Portlet 服务的机制,但这种服务提供和发布的方式目前还没有发挥出最大的优势。平台目前的服务仍然以平台开发方提供的服务为主,需要较长的时间来鼓励有能力的服务提供商适应这种方式。

(3) 尽管 Portlet 标准已比较完善,这种门户构建

技术日益流行,但是实际的免费发布的 Portlet 组件还很少能够见到,以 Portlet 技术的组件库目前尚没有构建,这也在一定程度上阻碍了该技术的迅速普及。

基于 Portlet 技术的制造网格平台研究与探索将促进该技术的普及和流行;通过服务的积累来构建起基于 Portlet 服务组件库,提高门户系统的定制速度 and 实践组件技术的开发是下一步工作的重点。另外,SDMS 也在积极探索对制造网格各种资源的集成技术和方式,如通过与 WSRD、WSRF 等服务构建技术的结合集成基于 Internet 的服务系统,通过 OGSA-DAI 技术实现对异构数据库的访问等。


参考文献:

- [1] 范玉顺,刘飞,祁国宁. 网络化制造系统及其应用实践[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 和延立,杨海成,何卫平,等. 基于网格原理的跨企业协同制造平台[J]. 计算机集成制造系统,2005,11(5):636-641.
- [3] 胡业发,陶飞,丁毓峰,等. 支持协同制造的制造网格平台研究[J]. 中国机械工程,2006,17(18):1903-1907.
- [4] 梁英,虎嵩林,李厚富,等. 面向网络化制造的网格应用平台及其核心技术研究[J]. 计算机研究与发展,2004,41(12):2060-2065.
- [5] Bassi A, Beck M, Laganier J, et al. Enhancing grid capabilities: IBP over IPv6[J]. Future Generation Computer Systems, 2005,21(2):303-313.
- [6] Foster I, Kesselman C. The Grid2: blueprint for a new computing infrastructure[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- [7] McFarlane D. The strategic and operational management of manufacturing and technology[D]. Cambridge, UK: Fitzwilliam College, 2005.
- [8] 王爱民,范莉娅,肖田元,等. 面向制造网格的应用平台及虚拟企业建模研究[J]. 机械工程学报,2005,41(2):176-181.
- [9] 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,2003,9(6):449-455.
- [10] 王国庆,王刚,吕民,等. 基于网格的应用服务提供商平台制造资源共享方法研究[J]. 计算机集成制造系统,2007,13(2):350-355.
- [11] Sotomayor B, Childers L. Globus Toolkit4 programming java service[M]. Massachusetts: Morgan Kaufmann Publishers, 2005.
- [12] Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations[J]. Journal of High Performance Computing Applications, 2001,15(3):200-222.

一种支持资源跨域共享的制造网格平台

作者：[郑永猛](#)，[李长英](#)，[杨成伟](#)，[ZHENG Yong-meng](#)，[LI Chang-ying](#)，[YANG Cheng-wei](#)

作者单位：[郑永猛, ZHENG Yong-meng \(中国联合网络通信有限公司 济宁市分公司, 山东 济宁, 272000\)](#)
[， 李长英, LI Chang-ying \(山东省鲁南工程技术研究院 管理中心, 山东 济宁, 272000\)](#)，
[杨成伟, YANG Cheng-wei \(山东财经大学 管理科学与工程学院, 山东 济南 250000; 山东省
软件工程重点实验室, 山东 济南 250000; 中创软件工程股份有限公司, 山东 济南
250000\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：

年，卷(期)：2016 (2)

引用本文格式：[郑永猛](#). [李长英](#). [杨成伟](#). [ZHENG Yong-meng](#). [LI Chang-ying](#). [YANG Cheng-wei](#) 一种支持资源跨域共享的制造网格平台 [期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2016 (2)