

知识服务网格及其在制造网络中的应用¹

黄琛 范玉顺

(清华大学自动化系国家 CIMS 工程研究中心, 北京, 100084)

摘要: 面向知识和面向服务是下一代网格的发展方向。本文把网格技术应用于网络化制造, 为解决制造网络中知识资源的共享和利用问题, 在对制造网络的需求进行分析的基础上给出了知识服务网格在制造网络中的应用模式, 在该知识服务网格中, 用户能够自主定义和管理其对外提供的知识服务, 并有偿的利用外部知识服务满足自己的应用需求。本文进一步提出了由代理封装层和使能工具层组成的知识服务网格的架构图, 给出了知识服务的建模方法, 详细描述了知识服务网格的包括注册、建模、执行在内的运行过程。

关键字: 制造网络; 知识; 服务; 网格

中图分类号: TP182, TP39

0 引言

网格是 Internet 发展的高级形式, 旨在提高网络资源利用率, 是最具有潜力的发展领域之一。各国政府部门纷纷设立有关网格技术的科研项目, 例如美国开展的以 Globus 为基础的网格计算项目^[1], 欧洲原子能研究机构 CERN 开展的数据网格 DataGrid 项目^[2], 英国工业部支持的 e-Science 项目^[3] 等等。现阶段, 网格应用的主流都侧重于科学研究领域, 而在其他行业却较少见到网格应用的成果, 网格的应用潜力尚未得到充分的发挥。

文献^[4]将网格技术与网络化制造进行对比, 认为网格技术能够很好地满足实施支持制造企业协同的网络化制造系统的需求, 因此探索将网格技术应用于网络化制造, 基于网格技术构建支持制造企业协同的制造网络是一个非常有意义的研究方向。制造网络是实现企业和社会资源共享和集成, 支持企业群体协同运作的集成支撑环境, 它基于网格和相关计算机与信息技术, 通过网络将分散在不同企业和社会群体 (包括科研院所、中介服务机构等) 中的设

¹基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 60274046)

国家 863/CIMS 主题资助项目 (编号: 2003AA414034)

作者简介: 黄琛 (1981 -), 女, 湖北荆州人, 清华大学自动化系博士研究生, 主要从事 workflow 管理、知识管理、智能技术等方面的研究。E-mail: hc01@mails.tsinghua.edu.cn。

计、制造、管理、技术和软件资源通过封装和集成，屏蔽资源的异构性和分布性，以透明的方式为用户提供各类制造服务。在制造网络中，企业能以请求服务的方式方便地获得所有与制造相关的服务，能够像使用本地资源一样方便地使用封装在制造网络中的所有资源，实现各类资源的集成和优化运行。

制造网络中有很多关键技术需要解决，其中突出的问题是如何优化利用制造网络中的知识资源，提供知识化的服务，如何使这些知识服务协同运行。解决这个问题可以利用知识网格。目前世界上有一些组织正在进行知识网格的研究，例如英国的国家 e-Science 中心对知识网格的研究主要关注它在科学研究领域的应用^[3]；中国科学技术研究院对知识网格的研究主要是想把现有的网络发展成为智能的协同工作及决策支持平台^[5,6]。但是这些研究都并非面向制造领域的需求，不能解决制造网络内知识资源的共享和利用的问题。本文就此问题，根据制造网络中企业应用的需求，提出了制造网络中的知识服务网格的应用模式、体系结构和运行过程。

1 网格的概念和发展趋势

网格^[7]是构筑在互联网上的一组新兴技术，它将高速互联网、高性能计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体，为用户提供更多的资源、功能和交互性，其目的是实现各种资源的全面共享。2000 年，Ian Foster 把网格进一步描述为“在动态变化的多个虚拟机构间共享资源和协同解决问题^[8]。”

网格的发展到现在经历了三个阶段^[9]：第一代网格系统包括针对高性能计算资源共享的所有解决方案；第二代网格系统引入了中间件的概念来解决大规模计算能力和海量数据的问题；第三代网格系统采用了面向服务的方法，是元数据使能的，并且具有自治性。

下一代网格的发展趋势主要受到两方面因素的影响^[10]。一是必须解决海量数据的问题，其关键在于把这些数据转化为有用的数据即知识，从而提高数据利用率。另一个因素是各种信息技术，例如移动计算、无处不在的计算、本体论、P2P 等等，这些技术会影响下一代网格的体系结构、计算模型和应用。因此，下一代网格有两个趋势^[10]。首先，要通过对已有的软件组件的组合和重用以及对基于知识的服务和工具的开发，简化和结构化网格应用的体系。另一趋势是采用元数据来描述资源、服务等，同时对这些元数据进行利用和传递，从而实现各种过程的自动化，如服务发现和谈判、应用的分解、知识发现等等^[10]。因此，面向服务和面向知识都是下一代网格的重点。

1.1 网格服务

开放网格服务结构 OGSA^[11]是目前最新的一种网格体系结构。它延伸了 web service 的概念，把面向服务的概念引入到了网格中。OGSA 定义了“网格服务”的概念。网格服务是一种 Web Service，该服务提供了一组接口，这些接口的定义明确并且遵守特定的惯例，解决服务发现、动态服务创建、生命周期管理、通知等问题。网格就是可扩展的网格服务的集合，即网格 = {网格服务}。OGSA 中实现的是对服务的共享。

以网格服务为中心的模型具有以下优点^[11, 12]：所有网格服务都基于一组相对统一的核心接口实现，便于建立具有层次结构的、更高级别的服务；使服务所有者保持对所提供服务的所有权，同时能让其它人在适当的约束下使用这些服务；通过统一的接口和签订服务契约的方式，使用户可以发现服务并透明地访问服务；允许根据应用需求将不同的服务进行柔性的组合；支持系统的进化，当新的内容和技术出现时，只需要加入新的服务即可。

网格服务扩展了 Web Service 的概念，它们有以下不同点^[10]：网格服务是动态的和短暂的，可以随时启动或者关闭，改变其可用性；网格服务是分布式的，非集中控制的，并且不存在全球统一的信赖关系；网格应用可能包含成百上千的网格服务，这些网格服务必须有效地协同工作才能完成一个网格应用；网格应用通常有很长的生命周期，这就对网格服务也有相应的生存周期的要求。

1.2 知识网格

Keith G. Jeffery 提出，网格的概念模型包含三层结构^[12]：知识层、信息层和计算/数据层。

- 数据/计算层：这一层主要负责计算资源的分配、调度和执行方法以及资源之间数据如何传递。其特点是能处理海量的数据，提供高速的网络服务，使各种资源组合成一台单一的计算机。这一层是直接建立在物理意义上的网格资源之上的。
- 信息层：这一层负责信息是如何被表示、存储、访问、共享和维护的。这里的信息是具有实际意义的数据。
- 知识层：这一层关注知识是如何被获取、利用、重用、共享和维护的。这里知识的含义是可以被用来实现一个目标、解决一个问题或者做出一个决策的信息。

尽管这个三层结构已经广为接受，当前的研究和开发工作还主要集中于数据/计算层和信息层。第三代网格关注信息的表示、存储、获取、共享和维护。由此文献^[9]预测下一代的

网格将关注于知识的获取、利用、重用、发布、维护等等。因此，知识层是下一代网格技术发展成为的关键^[9]。知识层的目标是要作为一个基础框架来支持知识的管理和应用从而实现特定类型的目标。为此，它是建立在数据/计算层和信息层提供的服务之上的。

2 知识服务网格在制造网络中的应用模式

知识经济时代,基于网格技术的制造网络也和网格技术本身一样面临着知识化和服务化的需求。

首先,制造网络要求实现把知识作为企业的核心竞争力,实现知识资源的集成和优化利用。企业必须基于自身的知识资源建立本企业的核心竞争力,在激烈的市场环境中依靠自身的知识优势获得发展机会。同时还应该能够快捷地利用研究所、咨询公司、专利局等其它各种知识密集型组织中的知识,将研究成果快速地转化成生产力。

其次,制造网络中知识资源必须以自主式服务的形式出现、能够有条件的被其它组织利用。制造网络具有知识密集和多方协同的特征^[4]。其中知识密集是指,制造服务中除了制造信息和资源,还包括软件单元和智力单元等具有知识密集特征的服务。多方协同是指:在许多情况下,单一的制造服务不能够完成用户的目标,只有通过多个服务之间的协同工作满足用户需求。因此,属于不同组织的各知识资源以服务的形式出现,使得其它组织能够有条件的组合利用这些知识资源。

知识服务不能停留在 web 服务的阶段,这是因为制造网络的复杂性体现在,其中的知识服务是动态和短暂的,同时是非集中控制的,不存在全球统一的信赖关系。并且制造服务可能包含成百上千的服务单元,这些服务必须有效地协同工作才能完成一个应用。这就要求知识资源以网格服务的形式出现。同时,考虑到制造企业自身有盈利的需求,有知识产权的要求,因此制造网络中的知识服务应当具有自主权,即知识服务的所有者能自主决定是否或者以何种条件向谁提供服务。

上述需求必须利用网格技术来解决。因为网格提供了支持大范围、非集中控制的服务共享的环境。所有成员都既提供服务,也享受服务。这种服务是动态、短暂的,同时,能够提供不同的服务之间协作的效率,协作之后能达到非平凡的服务质量,也就是“1+1>2”的效果,从知识网格的角度来讲也就是知识创新。

在制造网络中应用知识服务网格,就是利用制造网络内部的一系列知识服务,通过知识服务之间的协同,完成组织成员需要的应用。

制造网络中的知识服务网格与其它知识应用相比的一个重要区别在于,采用知识服务网格不仅实现了整个制造领域内知识资源的共享,还能支持动态知识联盟,从而支持知识创新。知识联盟并不是简单地利用其它组织的知识解决自身的问题,学习和创造知识是联盟的中心目标。知识联盟有助于组织之间的专业能力相结合创造新的交叉知识;能够使合作的双方同时创新各自的知识能力。此外,知识联盟的参与者范围更加广泛,知识联盟参与者能够和其它任何组织合作,只要这个组织拥有有益于参与者的专业能力。企业、经销商、供应商、研究所、政府、专利局等都可以形成知识联盟。支持动态的知识联盟从而支持知识创新,这也是知识服务网格与其它现有技术相比的最大不同点。

这种知识服务网格的应用模式如图 1 所示。从图中可以看出,知识服务网格是一个运行在大范围分布环境下的异构系统,它包含多种实体,如制造单元、企业、研究所、咨询公司、政府、专利局、律师事务所等。不同的实体在法律上是相互独立和对等的实体,它们既是知识服务网格的用户,也同时向外提供知识服务。而知识资源作为这些实体的核心资源,具有专利性、私密性和有价值性,所以组成知识服务网格的各个实体必须保持自治性和谈判的能力,即可以自主决定其知识服务是否或者以何种条件向谁提供服务。当申请者需要知识服务时,知识服务网格将自动地筛选出满足其需求的所有知识服务,申请者需要与知识服务的提供者进行协商,最终确定合作对象,签订使用合同,并按合同规定支付相应的费用以获得知识服务。多个知识服务可以协同起来完成一个更复杂的应用。而知识服务自身在提供知识服务的同时也不断地对自身进行更新。这样,在制造网络技术基础体系和制造网络运行管理系统的支持下,就可以实现各实体所拥有的知识资源的有偿共享和集成运行。

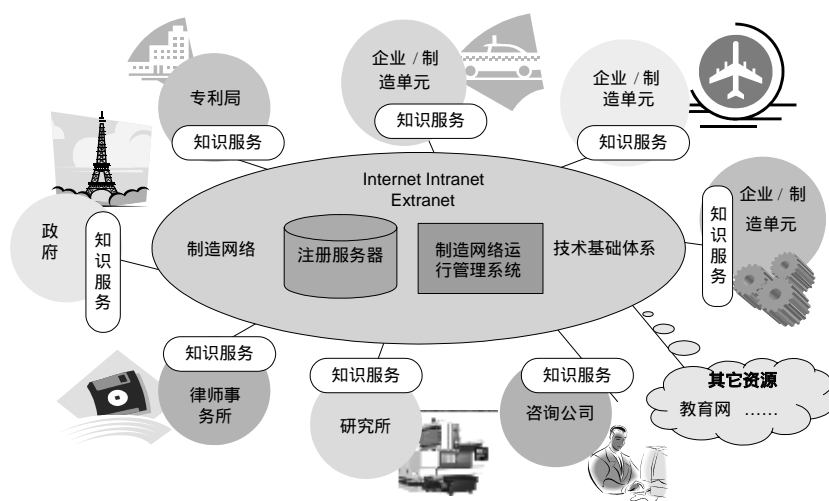


图 1 知识服务网格的应用模式

知识服务网格的应用的趋势可以从三个维度来看，如图 2 所示。从应用深度上来说，网格服务将由数据、信息的服务转变为知识的服务；从应用广度上来说，从企业内部发展到企业间，最终发展到全球化的知识服务网格的应用；从应用规模上来说，从小规模集中式管理的方式到分布式，最后发展为一个自组织的全球性大网格。

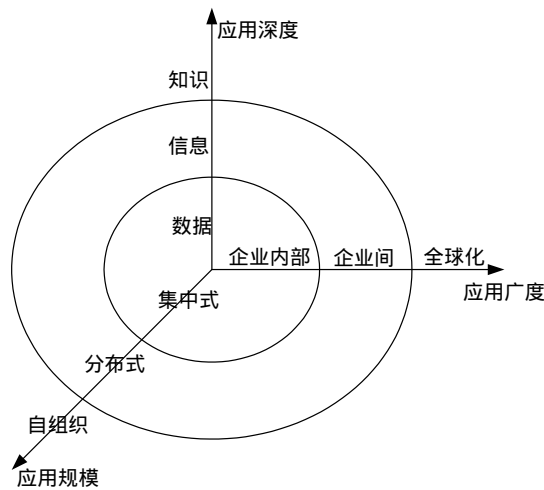


图 2 知识服务网格应用趋势

下面以制造企业 A 进行新产品开发的场景为例，说明知识服务网格在制造网络中的应用模式和运行过程。

制造企业 A 是知识服务网格中的注册用户。它向网格发出“新产品开发”的应用请求，于是可以利用过程建模工具建立如图 3 所示的过程模型。

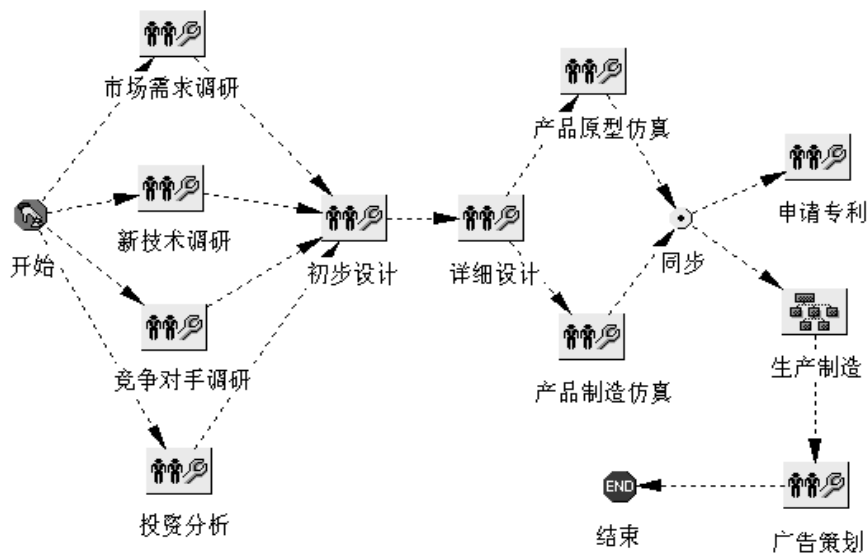


图 3 制造企业 A 开发新产品的过程

首先为了明确产品开发目的，需要对市场需求、新技术、竞争对手情况进行全面调研。

通过投资分析，确定产品开发在经济上的可行性。此后可以进行产品初步设计，即初步确定产品的基本功能、结构、造型、原理等。详细设计就是要给出具体的产品草图。然后通过产品原型仿真，检验该产品的性能是否能满足设计需求；通过产品制造仿真，检验产品的可制造性，同时进行制造过程仿真与优化。在按照仿真确定的制造过程投入生产的同时还可以申请该产品的专利。在进行了精细的广告策划之后，产品就可以投入市场了。

在这个过程中需要用到许多知识，并且可能是其它组织中的知识。例如，在调研阶段，可能需要购买咨询公司所做的市场调查结果；在“初步设计”阶段，需要用到研究所或者专利局已有的技术知识；在仿真阶段，需要利用其它企业或组织的仿真工具和优化技术。因此，在过程模型建好之后，需要找到可用的知识服务，并与知识服务的所有者签订使用合同。

以“产品制造仿真”活动为例，产品制造仿真不仅需要昂贵的软硬件设施，同时也需要虚拟制造、过程优化等先进技术的支持，制造企业A没有这样的能力，于是就需要借助别的组织提供的服务。知识服务网络上注册的“产品制造仿真”知识服务有三个，分别是大型制造企业B、研究所C和研究所D提供的，根据注册服务器上的信息，B企业比较知名，提供的知识服务比较可靠，但价格较高，为20万元；研究所C和D提供的知识服务不知名，但价格也仅为5万元，且C与A曾有过良好合作关系。制造企业A的预算是不能超过10万元。于是制造企业A先向这知识服务B发出使用请求，并进行价格谈判，但B拒绝以10万元的价格提供服务，谈判失败。于是A向C发出使用请求，并与5万元价格成交，签订使用合同，即可在C的代理中进行使用权注册。此过程如图4所示。

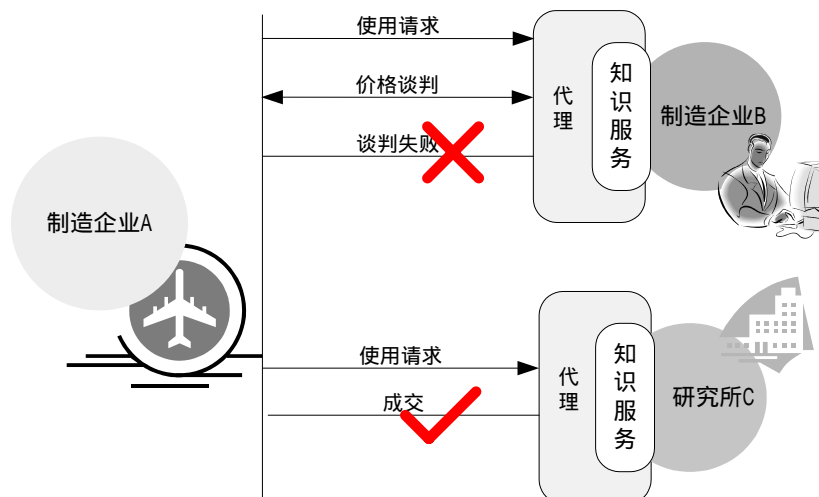


图4 制造企业A申请服务的过程

当所有服务申请完毕，制造企业A就可以开始启动和运行过程了。当任一活动开始时，A根据签订的合同向知识服务提出使用请求，知识服务的代理则根据合同验证此请求，如果

通过就向 A 提供服务。在使用服务的过程中，如果 A 对服务质量不满意，可以与服务代理进行再协商，直至最后活动完成。

知识服务网络在制造网络中的应用对整个制造网络来说，可以增强全球范围内企业及其它组织间的协作水平，在最大程度上实现整个社会制造和知识资源的共享和集成，提高知识资源的利用率，实现知识服务组件跨地域、跨企业的动态集成，减少资源重复建设和资源浪费。对企业用户来说，可以帮助企业借助全球的知识资源开展企业经营过程，使企业更富竞争力，高效快速地应对市场变化，满足市场需求。对研究所、高校等知识密集型组织来说，知识服务网络可以提供将知识快速转化为生产力的渠道，为以知识服务为核心业务的组织的形成和发展奠定良好的技术基础。

3 知识服务网络的体系结构

根据制造网络的应用需求，本文提出了一种知识服务网络的架构图（见图 5）。该架构通过在知识服务和用户之间建立代理封装层以及过程使能工具层，实现用户可以定义和自主管理自己对外提供的知识服务，同时利用外部的知识服务实现自己的应用需求。

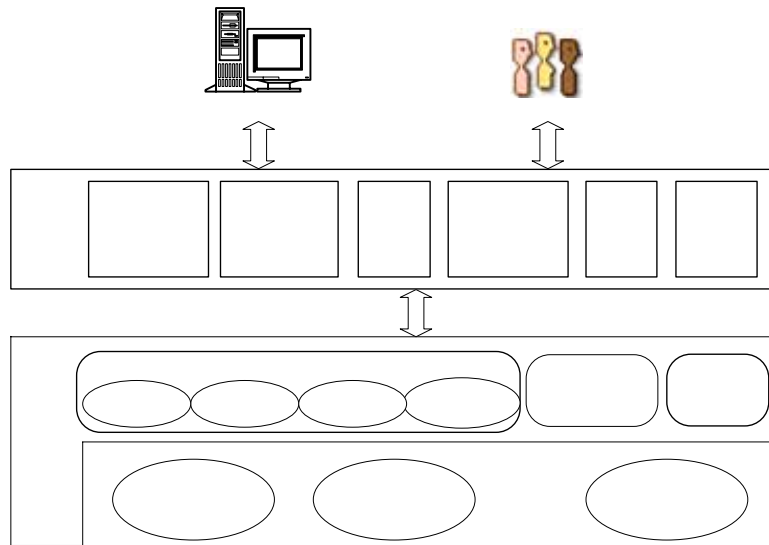


图 5 知识服务网络架构图

代理封装层的主要功能是对知识服务进行统一管理。基本的知识服务管理功能包括知识建模、知识检索、知识发现、知识更新等在知识的全生命周期需要用到的知识服务。通过此功能，用户可以创建自己对外提供的知识服务，使这些知识服务按照统一的接口封装，屏蔽知识资源的异构性，将局部知识服务封装成为可供网络上所有应用共享的全局服务，以一致透明的方式供应用对其进行访问；同时又能让知识服务的提供者能够自主管理其知识服务，

自主决定其对外提供知识服务的条件和方式。此外，代理封装层还为实现知识服务和协同提供基本的功能，例如，用户授权和安全性管理、服务状态监控等。

在具有代理能力的知识服务单元的基础上，过程使能工具层提供运行知识服务网络所需要的使能工具，例如，用户注册与管理工具、代理能力注册与服务管理工具、过程建模工具、合作伙伴发现与协商工具、过程执行管理工具以及服务调度工具等。在这些使能工具支持下，用户可以非常方便地利用知识服务网络中的知识服务来完成复杂的应用。在本文第 5 节将具体介绍在知识服务网络的运行过程中这些工具是如何工作的。

在此知识服务网络的架构中，需要研究的关键技术包括：知识服务建模技术，知识服务搜索和发现技术，知识服务协商、服务调度技术等等。而知识服务建模技术是知识服务网络的基础，本文主要介绍知识服务的建模。

4 知识服务建模

在制造网络中，我们所指的知识服务并不是通常意义下的各种知识或文档，而是通过知识密集型的业务过程、能够完成某个特定功能的一个企业应用。换个角度来看，这也就意味着当一个企业或者组织中各种零散的知识单元通过一个业务过程组织起来之后，就成为了一个知识服务，如图 6 所示。这种知识服务既可以被企业内部用来完成更高级的业务活动，也可以作为一种资源或商品单独提供给其他企业或组织。知识服务与其他普通的各种应用服务的区别在于：它是一个知识密集型的。在知识经济的环境下，知识服务的提供者拥有用户需要但是自身又缺乏的知识，于是它可以提供知识服务来解决用户的个性化的问题，同时又能自身带来利益。

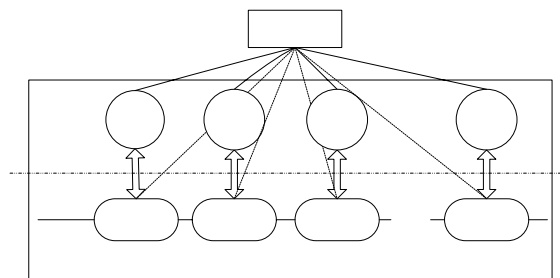


图 6 知识服务的形成

建立知识服务要分三步进行，首先必须分析和表示出企业所拥有的知识，然后把这些知识与特定的业务过程相结合，最后用统一的标头和接口封装成一个知识服务。

首先要对企业内的知识进行分析，并表示出来，形成知识单元。知识具有领域特征，

因此不仅要考虑通用的与领域无关的知识特性,还要考虑不同领域专有的知识特性要求。企业内有各种各样的知识,为了能全面地分析和表示出企业内的知识,我们把知识按照层次(level)和范畴(category)两个维度分类,从而建立一个二维的知识框架来帮助我们分析和表示企业内大量的知识。

从知识的层次看,可以分为概念层、规则层和方法层。概念层是领域知识,即描述特定应用领域中的主要静态信息和知识对象。规则层是推理知识,即使用领域知识的基本推理步骤和规则。方法层是任务知识,即描述一个应用所要达到的目标是什么以及如何通过将任务分解成子任务和推理来实现这些目标。对于这三个层次的知识,可以利用 Common KADS 方法^[3]的知识模型进行描述。

从知识的范畴看,可以通过把企业的各个核心功能模块中的知识按照知识领域进行分解,所分解出来的每个知识领域下又包含多个知识目录。例如,“研发”这个功能模块覆盖了工艺设计、产品设计等知识领域,其中工艺设计中的知识又包括设计标准、工艺模型等(图 7)。

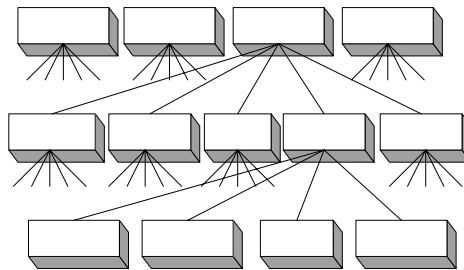


图 7 知识范畴

将企业的知识按照这两个维度进行分类后,就可以得到如表 1 所示的二维知识框架。

层次 \ 范畴	知识节点 K	知识节点 J	知识节点 I
概念层 C	(K,C)	(J,C)	(I,C)
规则层 R	(K,R)	(J,R)	(I,R)
方法层 M	(K,M)	(J,M)	(I,M)

表 1 知识网格

按照这个知识框架就可以把企业内的知识分析和表示出来,即把企业内的具体知识填入知识框架中的每个方格中去。具体实现可以利用 xml。下面是一个通用的示例:

```

<Knowledge>
  <Classification>
    <CategoryPath/>
    <Level/>
  </Classification>

```

```
<Details>
  <Description/>
  <Provider/>
  <References/>
</Details>
</Knowledge>
```

第二步是把各个知识单元与特定的业务过程结合起来。业务过程是由一系列业务活动逻辑相连从而能够完成特定业务目标的，它可以由多个业务活动组成，也可以就是单个的业务活动。先利用过程建模工具建立业务过程模型，即把业务过程分解为逻辑相关的业务活动；然后对每个业务活动，找出该活动所需要的知识单元，建立业务活动和知识单元之间的映射关系，这样业务活动就具有了自己的知识视图。当业务过程中每个需要知识单元支持的业务活动都具有了知识视图，也就完成了整个业务过程与知识单元间的集成。

最后一步是要用统一的标头和接口来把上述集成了知识单元的业务过程封装成一个知识服务，从而方便用户查找和利用它。知识服务的接口是用来在用户和知识服务之间传递输入和输出参数的。知识服务的标头则描述了该知识服务的基本信息，包括：知识服务提供者的信息，例如名称、企业性质、联系方式等；该知识服务的功能的摘要、关键字等；该知识服务所属功能领域；访问权限；价格；时间有效性；被使用的历史记录，包括解决的问题、用户的评价等。当用户搜索他需要的知识服务时，可以有两种方式：一是用户非常明确自己需要哪种知识服务，于是以关键字、提供商或功能领域等来进行搜索；二是如果用户自己也不是很清楚到底需要什么知识服务，他可以输入他需要解决的问题，根据知识服务的历史记录来匹配自己的需要。

5 知识服务网络的运行过程

知识服务网络的运行过程包括三个阶段：

1) 注册阶段

在系统投入运行前，需要将各个实体注册到注册服务器中。知识服务网络中的各实体既要对外提供知识服务，同时也作为用户使用其它实体提供的知识服务。因此注册分为两部分，即知识服务的注册和用户注册。知识服务的注册包括各个知识服务提供的服务描述、接口、地址等等。知识服务通过“代理能力注册与服务管理”模块进行注册，该模块还将定期对代理能力和接口进行验证。同时，知识服务网络中的用户和各应用系统也需要通过“用户注册与管理”工具进行注册。此阶段中各模块之间的交互关系如图

8 所示。

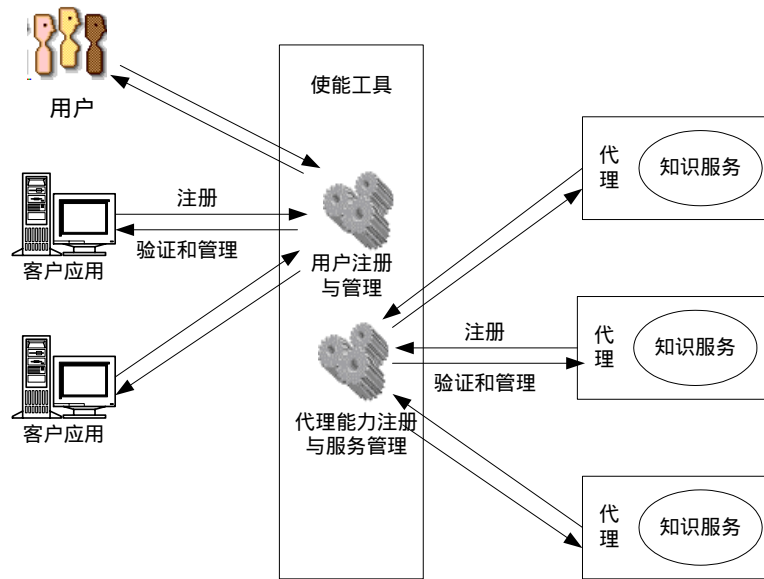


图 8 知识服务网络的运行——注册阶段

2) 建模阶段

在系统实际运行时，当应用层提出一个应用请求时，首先由“过程建模工具”对该应用进行过程建模，把该应用请求分解成逻辑相关的、可以由各知识服务所提供的服务完成的子任务。然后过程建模工具到“代理能力注册与服务管理”模块中查找和确认服务，获得知识服务的相关信息。这些知识服务就是应用过程所需的资源。过程建模工具把这些知识服务资源与应用过程关联起来，把服务的接口与过程中的相关数据关联起来，即进行服务资源建模。建好的模型将保存下来，便于重用。由于知识服务网络非常庞大，其中会有很多相同的知识服务，但这些知识服务分属于不同的实体，而各实体都有其自身特殊的利益要求。此时就需要使用“合作伙伴发现与服务协商”模块，知识服务需求者与知识服务提供者之间需要经过一系列的谈判，最终达成一致。此阶段中各模块之间的交互关系如图 9 所示。

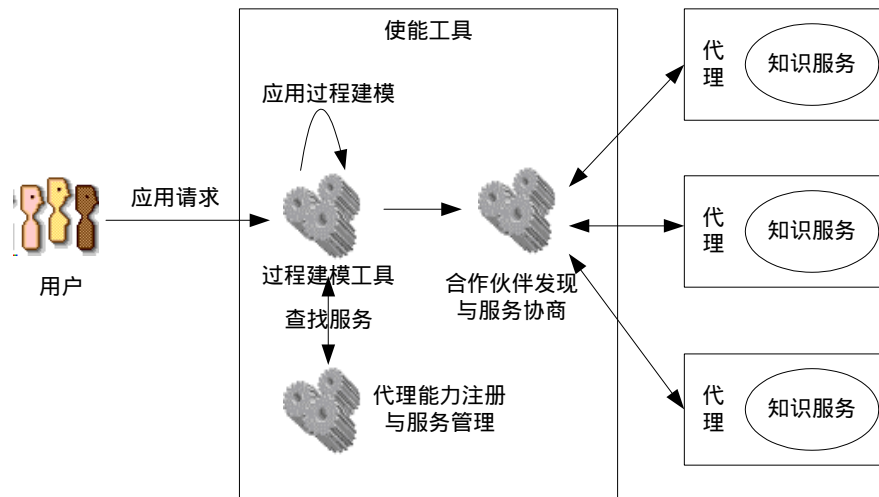


图 9 知识服务网络的运行——建模阶段

3) 执行阶段

模型建好后，用户通过启动过程实例来启动对应用请求的执行过程。这个启动可以是自动的，也可以是手动的。过程实例启动后，“过程执行管理”模块负责在各个子任务间导航。对某个子任务，过程执行管理工具根据模型中记录的该子任务需要用到的知识服务，通知“服务调度管理”模块，使它创建一个线程来负责从服务启动到服务终止整个过程中对该服务的一系列操作。服务结束或死亡时，该线程把执行结果返回给“过程执行管理”模块。在过程实例执行过程中，用户还可以通过“过程执行管理”模块对该实例进行监控和管理。调用知识服务时的安全性验证将由“用户授权与安全性管理”模块根据建模阶段中双方经过谈判达成的协议，判断用户是否有启用该服务的权限。此阶段中各模块之间的交互关系如图 10 所示。

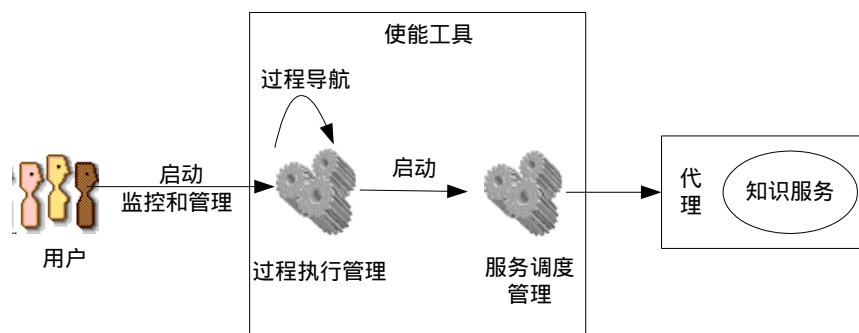


图 10 知识服务网络的运行——执行阶段

6 结语

未来的制造网络将能够克服空间上的距离给不同企业间的协同带来的障碍，在最大程度上实现设计、制造、信息、技术资源的共享，其中的关键问题是如何优化利用制造网络中的

知识资源。为了实现在不同的企业和组织间共享知识,并使它们协调运行从而完成复杂的制造领域的应用,传统的知识管理技术的研究已经不能满足需求。本文提出利用知识网格来解决这一问题。通过知识网格,不仅可以在最大程度上实现整个社会制造和知识资源的共享和集成,可以帮助企业借助全球的知识资源开展企业经营过程,使企业更富竞争力,还可以提供将知识快速转化为生产力的渠道,为以知识服务为核心业务的组织的形成和发展奠定良好的技术基础。

本文不仅探讨了知识服务网格在制造网络中的应用模式,还给出了具体的知识服务网格的体系结构。在系统运行的注册、建模和执行的三个阶段中,该架构下的各个模块能够协调运行,使得知识服务的所有者定义和自主管理自己对外提供的知识服务,同时支持用户利用外部的知识服务实现自己的应用需求。在此架构中有许多关键技术问题需要深入研究,本文仅仅讨论了知识服务的建模问题,在知识服务的搜索技术、协商策略与调度问题等方面还有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] Foster I, Kesselman C. The Globus Project: A Status Report. In Proc. IPPS/SPDP '98 Heterogeneous Computing Workshop, pages 4-18, 1998.
- [2] Hoschek W, Jaen-Martinez J. Data management in an international data grid project. ACM International Workshop on Grid Computing (Grid' 2000). Bangalore, India, 2000. 17-20.
- [3] Roure D, Jennings N, and Shadbolt N. Research Agenda for the Semantic Grid: A Future e-Science Infrastructure. Technical report, EPSRC/ DTI Core e-Science Programme, December 2001.
- [4] Fan Yushun, Liu Fei, Qi Guoning. Networked manufacturing system and its application [M]. Beijing: China Machine Press, 2003.10. (in Chinese) [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, 2003.10.].
- [5] Zhuge H. Workflow-based cognitive flow management for distributed team cooperation. Information and Management, vol.40, no.5, pp.419-429, 2003.
- [6] Zhuge H. Knowledge Flow Management for Distributed Team Software Development. Knowledge-based Systems, vol.15, pp.465-471, 2002
- [7] Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure. USA: Morgan Kaufmann, 1999

- [8] Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations. *International Journal of Supercomputer Applications*, 2001, 15(3), 200 ~ 222
- [9] Roure D, Baker A M, Jennings N. and Shadbolt N. The Evolution of the Grid. <http://www.semanticgrid.org/documents/evolution/evolution.pdf>
- [10] Cannataro M, Talia D. Towards the Next-Generation Grid: A Pervasive Environment for Knowledge-Based Computing. *International Conference on Information Technology: Computers and Communications*. April 28 - 30, 2003. Las Vegas, Nevada, p. 437
- [11] Foster I, Kesselman C, Nick M J, Tuecke S. The Physiology of the Grid. http://www.gridforum.org/ogsi-wg/drafts/ogsa_draft2.9_2002-06-22.pdf
- [12] Roure D, Baker A M, Jennings N. and Shadbolt N. The Semantic Grid: A Future e-Science Infrastructure. <http://www.semanticgrid.org/documents/semgrid-journal/semgrid-journal.pdf>
- [13] Fan Yushun. Fundamentals of workflow management technology [M]. Beijing: TUP, Springer, 2001.4. (in Chinese) [范玉顺主编. workflow管理技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 施普林格出版社, 2001.4.]
- [14] Junwei Cao, Stephen A. Jarvis, Subhash Saini and Graham R. Nudd. GridFlow: Workflow Management for Grid Computing. *3rd International Symposium on Cluster Computing and the Grid*. May. 2003. Tokyo, Japan
- [15] Mario Cannataro, Domenico Talia, Paolo Trunfio. KNOWLEDGE GRID: High Performance Knowledge Discovery Services on the Grid *2nd Int. Workshop on Grid Computing (GRID 2001) in conjunction with Supercomputing 2001*, LNCS 2242, Springer Verlag, 2001.

Knowledge Service Grid (KSG) and Its Application in Manufacturing Networkⁱ

Huang Chen , Fan Yushun

(CIMS ERC, Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, 100084)

Abstract: Knowledge-oriented and service-oriented is two major trends of the next generation of Grid. In this paper, the concept and technologies of Grid are introduced into manufacturing field to resolve the problem about the sharing and utilizing of knowledge resources in manufacturing

network. To fulfill the requirements of manufacturing network, the concept of Knowledge Service Grid (KSG) is presented and its application mode in manufacturing network is proposed afterwards. With KSG, users can define and manage their own knowledge services autonomously and utilize the knowledge services provided by others conditionally. A scenario about the development of a new product is taken at the end of this paper to interpret KSG specifically. Furthermore, the architecture of KSG, which mainly consists of the agents and enabling tools, is given in detail. The modeling of knowledge services is presented as well as the whole running process of KSG, which includes three phases: registration, modeling and running.

Key words: Manufacturing Network; Knowledge; Service; Grid

ⁱ Foundation item: Project supported by National Natural Science Foundation of China (Grant No. 60274046) ; Project supported by the National High-Tech. R&D Program for CIMS, China (Grant No. 2003AA414034)