第32卷 第23期 计 算 机 工 程 2006年12月
Vol.32 No.23 Computer Engineering December 2006
·博士论文· 文章编号：1000—3428(2006)23—0024—03 文献标识码：A 中图分类号：TP393

基于代理的OGSI网格调度系统研究

曾万聃，常桂然，戴 勃，郑秀颖
(东北大学计算中心，沈阳 110004)

摘 要：提出了基于OGSI的网格系统架构，针对网格特点将静态代理和移动代理应用到网格调度行为当中，给出了代理与网格服务在系统中的交互流程，讨论了代理调度迁移问题。

关键词：网格；OGSI；代理；SOAP；UDDI；迁移

Research on OGSI-compliant Grid Schedule System Based on Agents

ZENG Wandan, CHANG Guiran, DAI Bo, ZHENG Xiuying
(Computing Center, Northeastern University, Shenyang 110004)

【Abstract】OGSI-compliant grid system is proposed. In order to adapt to the dynamic and complex grid environment, the mobile agent and static agent are used at different circumstances to implement the system. The interaction workflow between the agent and grid services in grid schedule is also given. The migration of the mobile agent schedule is discussed.

【Key words】Grid; OGSI; Agent; SOAP; UDDI; Migration

OGSA(Open Grid Services Architecture)把Globus标准与面向商业应用的万维网服务结合起来，把网格计算从科学与工程计算应用扩展到更广泛的以分布式系统服务集成为主要特征的商业应用领域，建立了网格服务的基本概念。OGSI是构建OGSA的基本架构，它定义了一系列基于Web服务的扩展网格服务，网格服务为了适应网格的特点在Web服务基础上新增了一些属性，实现网格环境中更大的服务的交 互性[1]。

代理技术多年前就已经被用于解决计算机负载均衡的问题，近几年代理技术也开始被应用在网格的实现当中。Ian Foster认为网格计算可以被看作是一个允许用户发现并使用远程资源的多代理系统[1]。网格实现中的两个必须强调的问题是可扩展性和适应性，基于代理的技术是能够提供可扩展性和自适应性服务的最有前景的一种方法。

1 基于代理的OGSI网格调度系统

OGSA 以服务为中心，把网格中的所有资源都包装成服务，把网格中的各种资源的异构性隐藏起来，用服务这一统一的实体提供共享接口。OGSI 定义的网格服务规范包括网格服务的命名和参照方法、网格服务都必须具有的接口及可选择的附加接口。OGSI 定义网格服务时也采用 WSDL，并对 WSDL 进行了扩展。符合 OGSI 规范的网格服务是 Web 服务的扩展，主要体现在以下几个方面。

(1)可以通过 factory 动态创建网格服务，将网格服务描述和网格实例区分开来。

(2)可以提供可访问状态信息，用标准的 Web 服务封装。

(3)网格服务 handle 是一个网格实例的长期名字，网格服务 reference 包含绑定的协议和终端的地址信息。这样当网格服务位置迁移的时候，只要修改 reference 中的地址就可以了。

(4)OGSI 提供定义网格服务生存周期的机制，可以设置生命期限和终止时间。

(5)OGSI 提出服务组的概念，可以定义一组服务实例，支持在组服务实例上的联合操作。

OGSI 规范可以有效处理网格服务需要的行为，并且容易扩充，能实现服务之间的最大交互性，因此是新一代网格系统设计实现中重要标准。本文的系统即采用基于 OGSI 的基本架构，它的基本架构如图 1 所示。

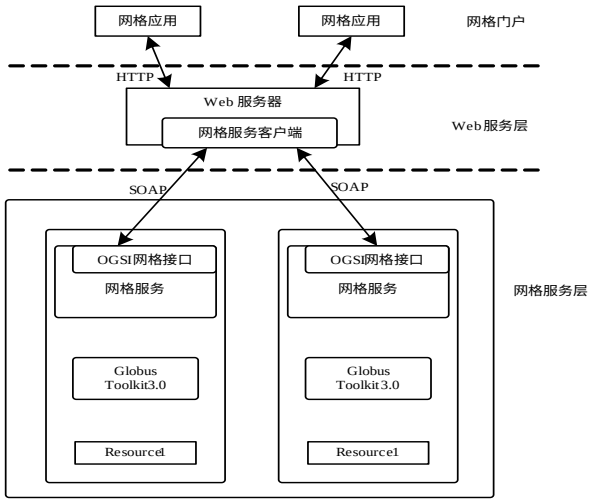


图 1 基于 OGSI 的网格体系架构

首先，网格用户通过网格门户提交自己的作业请求；其次，用户请求以 Java Servlet 或者 JavaServer Pages 的形式由

基金项目：高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20030145017)

作者简介：曾万聃(1979－)，女，博士生，主研方向：网格计算；常桂然，教授、博导；戴 勃、郑秀颖，博士生、副教授

收稿日期：2006-02-09 **E-mail：**zengdadan@263.net

Web 服务器交由网格服务客户端处理。网格服务客户端可以是 EJB 或者 Java 类等；然后，网格服务客户端通过 Web 服务的简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol，SOAP)调用相应的应用服务器(例如 IBM Webshpere)上的网格服务。然后，网格服务客户端可以访问 UDDI(Universal Description，Discovery，and Integration)注册服务器获取相应的网格服务的位置和接口。网格服务是根据用户需求产生的一组网格服务 XML 文档。

2 代理在系统中使用

2.1 代理在网格中应用现状

近年来已经有一些研究实例将代理用在网格中。CoABS 代理网格提供了一个统一的、异构的分布式计算环境，在这个环境中计算资源可以无缝地连接；CoABS网格体系结构提供广域的异构架构的集成[2]。曹军威提出的基于代理的 A4(Agile Architecture and Autonomous Agents)网格，将代理作为网格用户和资源之间的桥梁，使网格资源的利用更加充分、调度效率更高[3]。文献[4]中提出的基于代理的网格计算架构，将网格中的各个组件都用代理来表示并进行交互，实现网格更加灵活和简单的安装、管理和监控，并能够自动进行错误恢复。但是它提出的这个架构还没有进行实现验证，过多的代理往往会造成管理的困难和安全的问题和代理本身的管理，这给网格系统带来了新的问题。

在本文采用区域范围内有中心的层次控制，整体范围内对等的代理体系结构。同一区域内每个节点都设置一个本地代理，一个区域设置一个管理代理(拓扑结构见图 2)。并且与以往系统不同的是，为了解决网格复杂性和动态性给网格调度带来的难题，将移动代理运用到网格调度中。移动代理与底层 Globus 各组件和本地代理进行实时交互，使网格资源管理、监控和调度更加高效；并且移动代理可以带着作业任务进行迁移，对于资源分布很广的网格系统来说减轻了在网格环境中的网络负载。

2.2 移动代理与静态代理结合的网格调度

2.2.1 静态代理的设置

将地理位置或者逻辑关系紧密的网格节点作为一个网格区域进行管理，在每一个区域范围的接入点设置一个管理代理(MA)，每个网格节点一个本地代理(LA)。

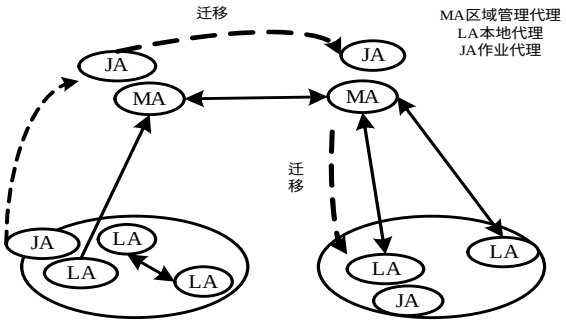
管理代理主要负责处理不同网格区域范围内的任务调度问题，也对本区域的代理之间的任务分配进行协调，当有新的成员加入或者离开的时候代理得到通知刷新代理中存储的节点状态信息。当有本区域范围之外的任务请求到达本区域时，管理代理负责处理该请求，并与本地代理进行交互，实现外来任务在本区域的任务调度。

本地代理需要对其所在的网格节点的资源可用性和负载进行管理，并负责该节点与本区域内部其它网格节点的本地代理和本区域管理代理进行交互通信；当有作业调度发生时在该节点时与作业代理进行交互。本地代理搜集该节点的资源动态信息，并且根据以往资源利用和调度情况生成本地的知识库，形成一定的调度策略知识对今后的调度进行指导。本地代理的功能是建立在网格支撑环境，例如 Globus，提供的功能的基础之上，并与节点上的 Globus GRAM、GSI、GASS 和 GIS 协同工作。

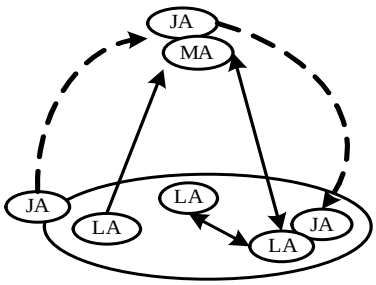
2.2.2 移动代理的设置

网格资源地域分布广、资源异构性强，并且可以随时为网格提供资源或者取消正在进行的服务，这给网格的任务调度带来很多新的问题。为了解决这个问题，在系统中设置作业代理。作业代理是移动代理，当一个网格服务请求到来的时候，在本地产生一个作业代理(JA)。作业代理包含该作业请求的资源要求、QoS 描述等信息。作业代理首先与本区域的管理代理进行交互，利用管理代理中的先验知识库中的知识，结合当前区域内可用资源状况，决定当前作业的调度策略。若本区域有可以提供满足任务要求的服务，作业代理即跃迁到服务节点并与之交互，并利用服务节点本地代理的资源信息和先验知识，决定在该节点上的本地调度策略。当本区域没有能够提供服务的节点时，作业代理跃迁到最近的另外一个区域的管理代理节点，与之交互，进行调度协商。

当网格状态发生变化时，作业代理能够对环境作出实时的反应。例如某个网格节点收回正在服务的资源，或者提供的服务能力有所变化，这时作业代理就发生迁移；当网格用户请求的任务需要在多个网格节点上并行运行，这时服务代理也要进行迁移；当作业需要跨区域进行调度执行的时候都用移动代理进行交互和跳跃跟踪，监视网格当前作业调度情况。基于代理的系统作业调度过程示意图如图 2 所示。



(a)作业需要跨区域进行调度



(b)作业在本区域进行调度

图 2 基于代理的作业调度示意图

3 网格任务调度过程中代理与网格服务的交互

在这里以本区域内作业调度为例，来说明代理与网格服务的交互过程。

3.1 网格资源的分派

首先在有作业请求的网格节点生成一个作业代理，作业代理与本区域管理代理进行交互，进行资源分派、作业调度(见图 3)。

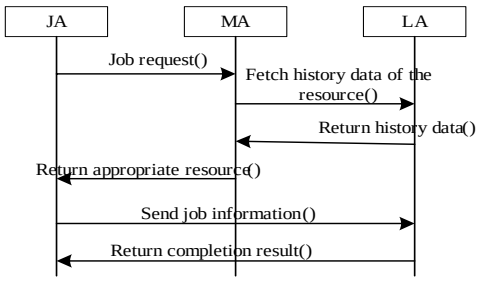


图 3 网格资源分派过程

3.2 网格服务的发现

为作业请求分配资源之后，作业代理与资源所在节点的本地代理进行交互，利用 OGSI 中的 UDDI 服务得到一系列可用的网格服务，根据用户请求选择某最合适的服务(见图 4)。

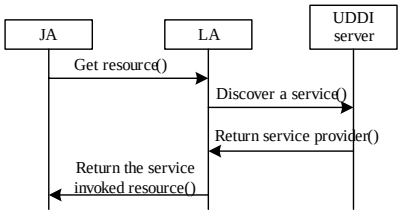


图 4 网格服务发现过程

3.3 网格服务的调用

作业代理在已经选定的资源节点上调用相应的网格服务，作业代理进而跃迁将结果返回给发出请求的节点(见图 5)。

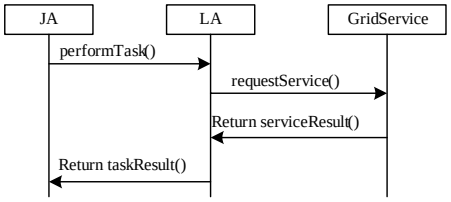


图 5 网格服务的调用过程

4 移动代理迁移调度

对于网格中的移动代理，当有多个网格资源能够提供移动代理携带的当前任务的需求的时候，需要在多个网格资源之间进行选择。对于每个移动代理又可能包含多个任务，这些任务可以在相应的资源上的多个机器上执行，网格中计算机的处理速度和连接传输速率都不同，在异构的网络中调度多任务代理的目标是最优化整体应用的完成时间。传统调度中的前提，例如资源能力固定、位置不变、网络传输路径相对稳定等，这些在网格中都不符合；网格环境复杂、动态变化、资源异构性强，所以需要一种移动代理动态选路来适应这样的特定环境。

4.1 网格中移动代理迁移调度数学模型

每个代理作为一个分布式应用带有一组任务，这些任务可能有优先级限制和数据传输。所以用有向无环图来表示一个代理任务集。一个代理(即一个分布式应用)可以定义为一个有向无环图 G=(T，E)，T={T1，T2，…，Tn}表示要执行的任务组，E 代表有权重和方向的边，权重表示优先级，方向代表数据传输。(Ti,Tj)∈E 表示 Tj 直到 Ti 执行结束之后才能开始执行，并需要 Ti 执行的结果。d(Ti,Tj)代表 Ti 传给 Tj 的数据。Pred(Ti)代表任务 Ti 的所有当前的前继任务的集合。

M={M1,M2,…,Mm}代表网络中的计算机的集合。假定每对计算机之间互联，r(Ml,Mk)表示计算机 Ml 和 Mk 之间的数据传输速率。并假设同一台计算机上的两个任务之间的数据传输没有延迟，定义 r(Mk,Mk)为无穷大。任务 Ti 在计算机 Mk 上的处理时间表示为 p(Ti,Mk)，当 Ti 不能在 Mk 上执行的时候 p 为无穷大。

Cmax 代表调度的整个持续时间，$ft(Ti)$ 表示任务 Ti 的结束时间，则

$$Cmax=\max_{1\le i\le n} ft(Ti) = \max_{1\le i\le n} (st(Ti)+p(Ti,M(Ti)))$$

调度的目标是找到这样一个任务映射分配 M:{T1,…,Tn}→{M1,…,Mm}，和一组开始时间 st(Ti)，I=1,2,…,n，对每一个被分派到机器 M(Ti)的任务 Ti 在 st(Ti)开始执行，由此来满足优先级约束，并使调度长度 Cmax 最小。

4.2 迁移策略

移动代理根据网格当前状态利用最佳的迁移策略，以最短的路径迁移到资源所在节点进行任务执行，不需要通过网络传递中间数据，能够大大降低反应时间和网络负载，提高网格任务调度的灵活性，并对动态变化的网格环境及时做出响应，提高网格调度质量。在多个满足条件的资源中间进行选路调度迁移，使系统开销最小，也是基于代理的网格调度中重要问题。以下分 3 种情况分析移动代理的迁移策略，分别为理想迁移策略、一步迁移策略和学习迁移策略[5]。

(1)理想迁移策略基本思想是在派遣移动代理之前根据获得的当前资源可用情况，确定移动代理迁移路线图，并在给定标准下根据已知的迁移路线图中找出最佳解图，Agent 就按照该解中的路线进行迁移。该策略给出的最佳路线即移动迁移路线是按照系统中初始状态的最优调度结果，这种调度策略适合于迁移过程中系统状态变化小、迁移路线短的情况，在网格中很难满足这样的前提条件，故这种策略难以在网格中取得最佳的迁移调度结果。

(2)一步迁移策略在移动代理进行迁移调度之前不确定搜索图，在迁移的过程中根据环境的变化不断刷新搜索图，这样使迁移调度总是在当前状态的搜索图中进行迁移，保持迁移的实时最优。一步搜索使代理的每步迁移选路都在当前状态中进行，“逐步”找到全局的迁移路径，即只搜寻到当前节点的后继相邻节点的当前可用状态。但当系统比较复杂时，该策略求得的解可能不是全局最优的。因此，此搜索策略适用于搜索路径简单、系统负载变化频率较高的环境，当网格系统规模不大时可以采用这种策略。

(3)学习迁移策略。学习迁移策略同时考虑相邻节点和其它节点的信息，力图得到动态的全局最优解。非相邻节点的信息通过代理的学习机制获得，参考过去代理的迁移经验。移动代理的学习能力可以总结过去执行某任务的经验信息，下一次迁移的时候作为启发信息，指导迁移最佳路径，但是当负载变化频率快时也可能造成经验的过时。这种策略适合于同一任务反复执行、路径复杂、变化频率低的系统中。

这 3 种策略具有不同适用性，网格环境应综合考虑以上几种情况，根据系统当前的负载变化频率、代理的寻路范围等实际情况，采用相应某种策略或者综合策略，尽量达到实时的全局最优。

5 结束语

网格是科学和工程计算领域最有前景的一种应用，面向 OGSI 的网格技术提供了统一的面向服务的架构，并将网格技术与 Web 服务标准相结合，将成为更具实施和使用价值的一种网格架构。本文遵从 OGSI 标准的网格系统，能够支持基于 Web 服务的网格应用，并结合网格特点将移动代理和静态代理应用到不同的网格行为中，对网格中的资源和作业调度进行协同管理，并讨论了移动代理迁移调度问题。

参考文献

1 Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. San Fransisco: Morgan Kaufmann, 1999.

2 Manola F, Thompson C. Characterizing the Agent Grid[Z]. 1999. http: //www.objs.com/agility/techreports/990623-characterizing-the-agentgrid.html.

（下转第 29 页）