

网格资源管理与调度的多 Agent 模型

李瑞生

(甘肃政法学院计算机科学学院, 兰州 730070)

摘要 在分析了网格资源管理和调度需求的基础上, 提出网格资源管理和调度的多 Agent 模型并说明了模型中各类 Agent 的组成、职能及其与外部环境的交互过程。讨论了基于 FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agents) 合同网协议的各类 Agent 的实现框架。该模型的优点在于可以充分利用多 Agent 的交互协议提高网格资源管理和调度的灵活性和给用户 QoS 保障。

关键词 网格 多 Agent 资源管理与调度 模型 实现框架

中图法分类号 TP393.07; **文献标志码** A

目前, 用于网格资源管理和调度的主要模型有层次模型和计算经济模型^[1]。层次模型和计算经济模型提出了网格资源管理和调度的理论化和指导性构建方法, 其中也体现出运用代理的思想。但是, 层次模型中没有充分考虑实际的网格系统的协商交易的特性。而计算经济模型没有充分利用现有的 Agent 计算技术研究成果。将 Agent 技术引入网格技术有以下好处: 首先, Agent 技术可以增强网格的灵活性和敏捷性, 现有的网格技术缺乏灵活的协作和协商机制, 多个自治 Agent 通过协作和协商机制实现全局目标最优化是多 Agent 系统着力解决的问题。其次, 虚拟组织是网格的核心概念, 网格资源管理系统需要聚合多个可用的资源来满足用户的动态需求或环境的动态变化, Agent 技术提供的分布决策、非集中控制和协调能力可以满足动态构建虚拟组织的需求^[1]。

1 网格资源管理与调度的需求

首先, 网格的资源的提供者目的在于积极参与

到网格中来提高自己的资源利用率^[2]。同时考虑与同类资源的其它提供者的竞争。因而网格资源管理器应具有感知市场供求状况的变化并调整策略的能力。同时, 资源消费者希望以最低的价格、最短的时间、最优的服务质量可最高的可靠度完成任务^[3]。因而, 资源提供者和资源消费者之间需要通过协商交易来保证各自的利益。网格资源的动态属性(价格、时间、服务质量等)随着市场供求状况的实时发生变化。其次, 网格资源管理和调度系统应能够实时、真实地获取大量候选资源的价格、时间、服务质量和可靠度等信息作为评价各候选资源优劣的标准。

2 网格资源管理与调度的多 Agent 模型

该模型中的各类 Agent 根据其所担任的角色不同, 主要包括 Broker Agent (BA), Resource Agent (RA) 和 DF (Directory Facilitator)^[4]。它们的交互模式如图 1。

2.1 资源管理器 RA

一个 RA 代表一个参与到网格中的资源并充当资源管理器的角色。如图 2 所示, RA 的主要功能如下。

2009 年 10 月 14 日收到

作者简介: 李瑞生 (1976—), 甘肃白银人, 讲师, 硕士, 研究方向: 智能信息处理。E-mail: lrs6201@gsli.edu.cn。

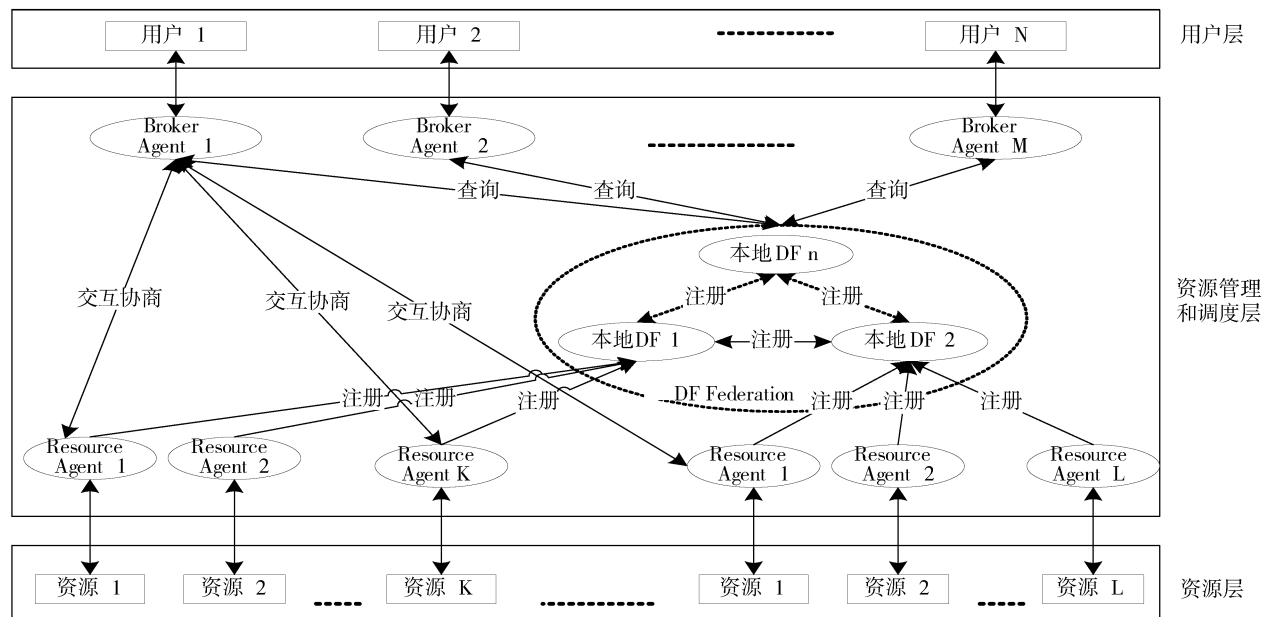


图1 网络资源管理与调度的多 Agent 模型

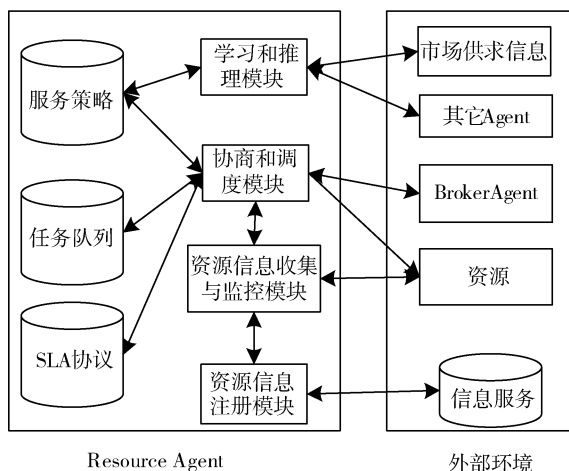


图2 RA 的结构与功能

资源信息收集与监控模块负责获取资源的各种信息如资源的名称、类型、功能描述信息等。还负责监控资源的运行状态如资源占用情况及是否出现故障等情况；学习和推理模块通过与外部环境中的市场供求信息服务^[2]以及其它 Agent 交互感知外部环境的变化从而制定服务策略；协商与调度模块负责与 BA 进行交互协商。若协商成功，则将 BA 分配给它的任务在适当的时刻下达到对应资源执行；资源信息注册模块将所获取的资源信息在信息服务（本地 DF）中进行注册；每个 RA 都维护着一个任务队

列。当与 BA 协商时，通过任务队列查看当前任务的完成情况，以便估计出新任务能够开始执行的最早开始时间等信息；每个 RA 都有自己的局部知识和策略库，每当 RA 与 BA 交互协商时，根据自身的服务策略进行报价和决定所提供的服务等级，根据先前完成任务所需时间的经验估计完成新任务所需时间。如协商成功，则与 BA 签定 SLA (service level agreement) 协议^[5]。同时更新任务队列，从而为新任务预留资源。

2.2 DF

为每个网格自治域的各个 RA 提供信息服务，各个 DF 还可以相互注册形成 DF Federation^[6,7]。DF (Federation) 为网格中的各个 Agent 提供信息注册服务。当任务到达 BA 并经过分解后，首先在本本地 DF 中查找可用资源信息，若找不到，则通过 DF Federation 查找所需资源信息。

2.3 用户代理 BA

用于代表用户利益并完成与相关 RA 的复杂交互并保证用户多 QoS 目标^[5]的实现。如图 3 所示，BA 的主要功能如下：任务分解模块负责接受用户提交的订单（订单包含了用户对所需资源的基本功能需求和对任务完成的多 QoS 要求）。通过咨询领域

专家或根据自身的知识和经验将复杂任务分解成一系列具有依赖关系的子任务^[3];维护任务队列,BA 将任务分解形成的子任务插入到任务队列中。当某任务被完成后,BA 将该任务从任务队列中删除;协商和调度模块负责从任务队列中取出各个子任务并通过信息查询模块获得对应于各子任务的候选资源。通过与多个候选资源对应的 RA 交互协商并从算法策略库中调用一定的资源优选算法计算出最优的资源组合。与选出的各个资源对应的 RA 签定

SLA 协议并将其登记到 SLA 协议库中。给选出的各个资源分配相应的子任务。同时还负责将任务分解结果,调度结果信息以及任务完成进度等报告给用户。

此外,出于信息可靠性考虑,可以引入可信任的第三方 Agent,主要负责维护基于专家评估和用户反馈的关于每个 RA 的信誉度信息以及由 BA 和 RA 签定的 SLA 协议信息。

3 模型的实现框架

本模型是基于 FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agents) 合同网协议并在多 Agent 开发平台 JADE(Java Agent Development Framework)^[6,7]下实现的。(Agent Communication Language)^[8](表 1)是各 Agent 进行交互的消息载体。

3.1 DF 资源注册与搜索

```
DFAgentDescription template = new DFAgentDescription( );
ServiceDescription sd = new
ServiceDescription( );
sd.setType("资源类型,名称,功能及规格说明等");
template.addServices( sd );
DFAgentDescription[ ] result = DFService.search( ResourceAgent,
template );
```

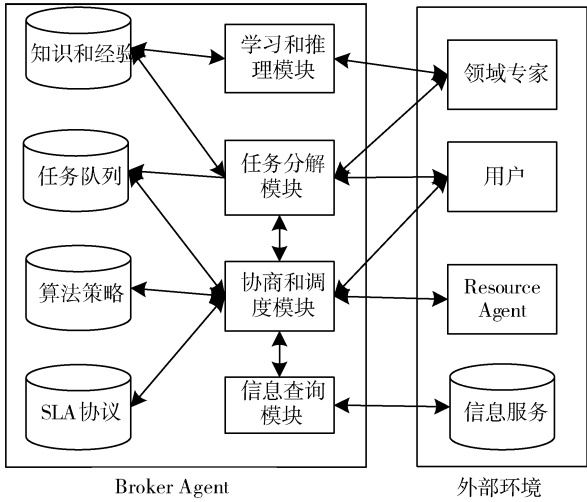


图 3 BA 的结构与功能

表 1 ACL 消息在模型实现中的用途

ACL 消息	在模型实现中的用途
request	BA 发送给 DF(Federation)以查询注册的资源信息,其消息内容包含了对所需资源的类型、名称、功能及规格说明等的要求。
inform	DF(Federation)将查询到的关于各资源的信息返回给提出查询请求的 BA;在协商过程中若协商成功,各 RA 与 BA 之间传送所达成的 SLA 协议内容。
call – for – proposal	BA 向各候选 RA 招标。其消息内容包含了对参与协商的各 RA 的任务完成时间、价格、质量以及可靠度的具体要求。
propose	各 RA 向 BA 发送该消息进行投标,其内容包含了各 RA 所承诺的关于任务完成时间、价格、质量以及可靠度信息。
accept – proposal	BA 向各中标的 RA 发送中标信息。
reject – proposal	BA 向各个未中标的 RA 发送该消息,其内容给出未中标的理由。
failure	各中标的 RA 向 BA 发送其在任务完成期间出现的故障信息。
not – understood	其消息内容表明了 BA 与各 RA 协商时相互不能理解对方的意图及不理解的原因。

3.2 Broker Agent 的行为

```

ACLMessage cfp = new ACLMessage(ACLMessage.CFP); cfp.setContent(任务完成时间, 价格, 质量, 可靠度); BrokerAgent.send(cfp);
if 得到投标消息
{从投标消息中解析出其时间、价格、质量、可靠度等信息;
运用资源优选算法计算出最优的资源组合;
ACLMessageaccepte = new ACLMessage(ACLMessage.ACCEPT_PROPOSAL);
BrokerAgent.send(accepte); }
else {ACLMessage refuse = new ACLMessage(ACLMessage.REJECT_PROPOSAL);
refuse.setContent("未中标理由"); BrokerAgent.send(refuse);}

```

3.3 Resource Agent 的行为

```

if 同意投标
{ACLMessage reply = new ACLMessage(ACLMessage.PROPOSE);
reply.setContent(承诺的任务完成时间, 价格, 质量, 可靠度);}
else reply.setContent("拒绝理由"); ResourceAgent.send(reply);
if 收到中标消息
{ ACLMessage reply = new ACLMessage(ACLMessage.INFORM);
reply.setContent("SLA 协议内容"); ResourceAgent.send(reply);
if 某资源不可用或出现故障
{ ACLMessage reply = new ACLMessage(ACLMessage.FAILURE);
reply.setContent("资源故障及原因"); ResourceAgent.send(reply);
}

```

4 结论

网格资源管理和调度要求将分布自治的各类资源快

速灵活地组成虚拟组织并尽力保障用户的 QoS 需求和资源提供者利益。本文提出的模型能够很好地满足该要求。但模型中对 Agent 的学习推理等智能特性研究不够,这是下一步工作的重点。

参 考 文 献

- 1 Jennings F I, Kesselman N R, Brain C. Meets brawn: why grid and agents need each other. http://www.semanticgrid.org/documents/003-foster_i_grid.pdf. 23-July-2004
- 2 Buyya R, Chapin S, DiNucci D. Architectural models for resource management in the Grid. <http://www.gridbus.org/papers/gridmodels.pdf>, 2000
- 3 刘丽兰, 俞涛, 曹红武, 等. 制造网格中资源管理与调度系统的研究. 机器科学与技术, 2004; 23(10): 1230—1233
- 4 赵付青, 李瑞生. 基于多 Agent 和遗传算法的制造网格资源调度. 兰州理工大学学报, 2007; 33(6): 85—88
- 5 刘丽兰, 俞涛, 施战备. 制造网格中基于服务质量的资源调度研究. 计算机集成制造系统, 2005; 11(4): 475—480
- 6 Carie G. Jade tutorial: jade programming for beginners. <http://jade.tilab.com/doc/JADEProgramming-Tutorial-for-beginners.pdf>. 04-December-2003
- 7 Bellifemine F, Carie G, Trucco T. Jade programmer's guide. <http://jade.tilab.com/doc/programmersguide.pdf>. 22-November-2005
- 8 Wooldridge M. 多 Agent 系统引论. 石纯一, 张伟, 徐晋晖, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2003; 125—126

Multi-agent Model for the Grid Resource Management and Scheduling

LI Rui-sheng

(College of Computer Science of Gansu Political and Law Institute, Lanzhou 730070, P. R. China)

[Abstract] Based on analyzing the requirements of the grid resource management and scheduling, a multi-agent model for the grid resource management and scheduling is proposed. The structure, the specific function and the interaction process of all kinds of Agents in the proposed model are explained. A realizing skeleton based on the FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agents) contract net protocol is discussed also. The superiority of the proposed model is that can take advantage of the multi agent interaction protocol to enhance flexible of the grid resource management and scheduling and can offer QoS assurance for the users.

[Key words] grid multi agent resource management and scheduling model realizing skeleton