

# 网格环境中基于移动 Agent 的资源发现模型

王志峰, 孙 跃, 任江洪  
(重庆大学自动化学院, 重庆 400044)

**摘 要:** 简述了网格的背景, 面对网格资源数量不断增多的情况, 引出了如何在庞大的资源库中准确高效地发现用户所需资源的网格资源发现问题。对现有的两种网格资源发现模型进行了简要的分析, 为解决存在的问题, 利用移动 Agent 的特性, 建立了一种网格环境中基于移动 Agent 的资源发现模型。该模型总体框架采用多级层次体系, 并充分利用历史记录, 对模型总体框架及其组成结构进行了详细介绍, 简述了工作流程机制, 并对其特点进行了分析。

**关键词:** 网格; 资源发现; 移动 Agent; 路由数据库

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)09-0075-03

## Model of Resource Discovery Based on Mobile Agent in Grid

WANG Zhi-feng, SUN Yue, REN Jiang-hong

(Automation College of Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Briefly introduces the context of grid. With the continual increase of grid resource, it is a research that how to accurately and efficiently discover resources to meet the user's need in voluminous resource storage. It briefly analyzes two existing models of grid resource discovery. Based on the character of mobile agent, it constructs a model to discover grid resource. In the model, there is a multi-level framework and history record to be used. The framework and main components of model is introduced in detail. And it briefly introduces the working mechanism and character of model.

**Key words:** grid; resource discovery; mobile agent; route database

### 0 引言

网格是近年来发展起来的新兴的信息技术, 是继 Internet、Web 之后的又一次科技进步, 可以称之为第三代互联网应用。网格就是利用网络把分散在不同地理位置的资源组织成一台“虚拟的超级计算机”, 实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、设备资源等各种动态的、异构的、自治的、分布广泛的资源的全面共享和协同解决问题, 从而充分利用网络上的闲置资源, 提高资源的利用率。随着网格资源的不断增多, 如何在庞大的资源库中准确高效地发现用户所需的资源, 是网格领域的一项重要研究课题。

在已有的网格系统中, 资源发现模型大致可以分为两类: 使用 LDAP 目录服务的发现模型<sup>[1]</sup>和基于路由转发的发现模型<sup>[2-4]</sup>。LDAP 目录服务适合于存储频读、少写的静态信息, 但存储频繁改变的信息则不如数据库, 其不能适应规模日益庞大且资源信息频繁动

态改变的网格系统要求。基于路由转发的发现模型具有不依赖集中控制的、分布式、可扩展、能适应资源动态变化且发现性能良好等优点, 但存在节点能力差异大、路由时间过长、网络负载严重等问题。

为解决以上问题, 建立一种基于移动 Agent 的网格资源发现模型, 在使用路由转发的发现方式基础上, 采用多级层次体系, 利用移动 Agent 的特点, 来动态自主地实现网格资源信息的发现。

20 世纪 90 年代, General Magic 公司在推出商业 Telescript 时提出移动 Agent (Mobile Agent) 的概念。移动 Agent 是一种软件对象, 可以携带可执行代码、数据和执行状态在异构的网络环境中在各主机之间按一定的规程自主移动。在每一台主机上移动 Agent 都可以直接同资源或其他 Agent 进行交互, 在本地高速通信, 完成任务后再把结果返回。移动 Agent 是分布式技术和 Agent 相结合的产物<sup>[5]</sup>, 除了具有 Agent 的最基本特性——自治性、反应性、预动性、协同性和针对环境外, 还具有移动性、可靠性和安全性。

移动 Agent 具有的自治性、移动性和协同性等特点, 使得它非常适合在网格系统中按用户需求准确高效地发现动态的、异构的、分布广泛的网格资源。

收稿日期: 2006-11-13

作者简介: 王志峰 (1980-), 男, 安徽阜南人, 硕士研究生, 研究方向为综合自动化系统; 孙 跃, 教授, 博导, 研究方向为非接触式电能接入技术及装置、交流变频调速技术及系统和计算机控制等。

## 1 基于移动 Agent 的资源发现模型框架

图 1 所示为文中建立的基于移动 Agent 的资源发现模型的框架结构。

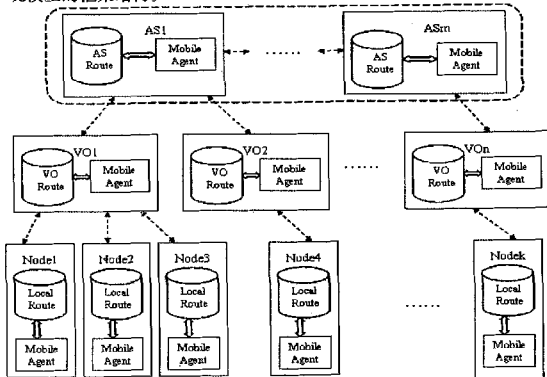


图 1 基于移动 Agent 的网络资源发现框架

在这个框架中,根据不同的地理位置,网格资源空间划分为若干个不同的自治系统(AS, Autonomous System),每个 AS 由若干个虚拟组织(VO, Virtual Organization)组成,VO 负责管理若干个网格资源节点(Node),其中,Node 可以是连接网络并能提供网格资源信息的工作站、服务器、局域网等。每个 AS 中有一个自治系统路由数据库(ASRDB, Autonomous System's Route Database),ASRDB 用于存储到其所管辖的 VO 中心站点和其他 VO 中心站点的路由信息;每个 VO 中有一个虚拟组织路由数据库(VORDB, Virtual Organization's Route Database),VORDB 用于存储所辖范围内的所有网格资源名称、位置信息和表明资源仍可使用“*I am alive*”信息;Node 有一个本地路由数据库(LRDB, Local Route Database),LRDB 存储的是本节点网格资源的具体信息和曾经使用的其它节点网格资源信息并加以时间戳。本框架结构采用多级层次体系。大多数的用户资源请求能在一定小范围区域内得到满足,只有很少的请求需要跨越区域才能得以完成,即网格资源的分配大多数可以在本 VO 区域内完成,少量资源请求需要调用远程 VO 区域中的资源。在 VO 内网格资源管理采用主从式结构,VO 之间的网格资源管理在同一层次采用对等式结构。其中 Node 同 VO、VO 同 AS,AS 同 AS 之间通过移动 Agent 进行交互。

其中 LRDB 存储本节点网格资源具体信息,包括该资源的历史使用状况、使用价格、当前使用的连接数目、本地硬盘信息、网络带宽延时等信息。为提高网格资源的发现效率,可以充分利用历史记录,把本节点最近所使用的其它节点网格资源信息存储在 LRDB 中,

其作用相当于内存中的 Cache,并加以时间戳。对于用户提出的资源发现请求,如果 LRDB 中有所需要的且时间有效的资源信息,则直接读取 LRDB 中的资源信息并返回。如果 LRDB 中的资源信息已经失效,则将请求提交到其上一级 VO 的 VORDB 中进行重新查询。若仍然没有找到,则在 ASRDB 中全局搜索网格系统中的资源信息。

在本框架中移动 Agent 是最重要的环节,它贯穿于网格资源发现的整个过程。根据功能划分,移动 Agent 由下面几个部分组成:用户 Agent (UserAgent)、资源 Agent (ResourceAgent)、迁移 Agent (MigrationAgent)、查询 Agent (QueryAgent)、结果 Agent (ResultAgent)、更新 Agent (UpdateAgent)、注册 Agent (RegisterAgent)和注销 Agent (UnregisterAgent)<sup>[1]</sup>。

(1) UserAgent: 代表用户请求。对用户任务分解,将任务分解为若干个网格服务的基本任务,提出所需的资源查询请求。

(2) ResourceAgent: 获知本地网格资源的具体信息。具体信息分为静态信息和动态信息。静态信息包括该主机的 CPU 类型、CPU 频率、内存大小和磁盘空间等信息;动态信息包括该主机的空闲内存、负载大小、网络带宽和网络延时等信息。

(3) MigrationAgent: 用来发送和接收移动 Agent。当一个移动 Agent 想要移动时,MigrationAgent 将收集该 Agent 当前的执行状态信息,然后将所有该 Agent 对应的小段程序打包,把 Agent 发送到目的地。当 Agent 到来时,MigrationAgent 将逆向操作接收并运行该 Agent。

(4) QueryAgent: 根据 UserAgent 提出的资源查询请求条件,在网络系统中搜索所符合要求的资源信息。QueryAgent 对相应节点的路由数据库中的资源信息依据查询条件进行筛选,根据筛选结果,动态地创建相应数目的 QueryAgent 副本并自主通过 MigrationAgent 移动到对应的资源节点上。作为移动 Agent,QueryAgent 能动态地创建实例和创建副本,并自主地移动到对应网格节点上进行查询。

(5) ResultAgent: 把 QueryAgent 的查询结果返回到提出查询请求的源点。ResultAgent 根据 QueryAgent 携带的源点路径信息,通过 MigrationAgent 自主将查询结果返回到源点进行汇总。

(6) UpdateAgent: 其作用是更新各级路由数据库

中的网格资源信息和 ASRDB 中的各 VO 路由信息。

①通过 MigrationAgent 把 ResourceAgent 获得的本地网格资源各种数据和信息按制定的周期策略上报,并携带“I am a live”的状态信息表明当前网格资源仍然有效,在 VORDB 中完成对网格资源信息的更新;

②定期通过 MigrationAgent 将各个 VO 中心站点的路由信息上报给 AS,并在 ASRDB 完成路由信息的更新;

③定期通过 MigrationAgent 将各个 ASRDB 中的 VO 中心站点的路由信息进行交互更新。

(7) RegisterAgent 和 UnregisterAgent: 完成 Node 的注册和注销,从而动态地建立 VO。通过它们,本地节点向对应的 ASRDB 提交注册或注销请求,如果同意请求,就在本地的路由数据库中增加或删除对应的接口。

## 2 网格资源的发现流程

图 2 简洁地描述了网格资源的发现流程。当用户提交任务,需要使用网格资源时,本网格资源发现模型的工作流程如下:

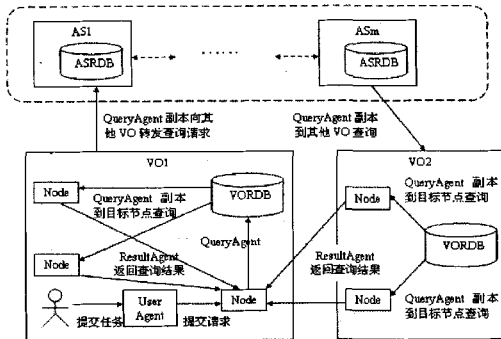


图 2 基于移动 Agent 的网格资源发现流程

(1) 提交 UserAgent 请求,先在 LRDB 中查询本地的网格资源信息和曾使用的资源信息,如果资源信息有效则直接创建一个 QueryAgent,通过 MigrationAgent 移动到相应的节点上获知网格资源的具体动态信息,ResultAgent 直接携带资源信息返回到请求源点。

(2) 如果在本地没有找到有效资源信息,则移动 Agent 创建一个 QueryAgent,通过 MigrationAgent 移动到其上一级 VORDB 中对网格资源信息进行筛选,并查询符合要求的资源路由信息,创建对应数目的 QueryAgent 副本,通过 MigrationAgent 移动到相应的节点上获知网格资源的具体动态信息,ResultAgent 直

接携带资源信息返回到请求源点。

(3) 如果在上一级 VO 的 VORDB 中没有找到足够的资源信息,则创建 QueryAgent 副本到对应的 ASRDB 中查询到其他 VO 的路由信息,并创建 QueryAgent 副本到相应的 VORDB 中进行类似步骤(2)中的操作。

(4) 在规定的期限内,把返回到源点的 ResultAgent 所携带的资源信息进行汇总,将符合条件的信息提交给用户,在 LRDB 中保存起来并加以时间戳作为历史记录以便为以后的查询提供便利,对于没有返回源点的 ResultAgent 则直接销毁。

(5) 销毁所有的 ResultAgent。

## 3 基于移动 Agent 的网格资源发现的特点

移动 Agent 是能够自主决定并能够在网络环境中的各个节点之间移动,基于自己的内部逻辑执行任务的智能程序。它的可移动性使程序的执行尽可能靠近数据源,降低网络的通信开销,提高完成资源发现的实效,确保能够在资源数目众多、状态快速变化的网格系统中运行。

(1) 移动 Agent 可以移动到各级节点,在本地执行并进行高速通信,不占用网络带宽,降低通信开销,提高网络资源的利用效率。

(2) 移动 Agent 的移动不需要保持网络的长时间连接,减轻了网络负载,提高了整个网格系统的可靠性和执行效率。

(3) 网格资源的发现过程,借助各个移动 Agent 自主进行,对用户而言是透明的。

(4) 进行资源查询中,可以同时创建多个移动 Agent,且 Agent 之间可以自主地相互协作,共同完成任务,提高了系统的工作效率。

(5) 采用移动 Agent 可以将所需的查询任务传送到相应的网格资源节点上,直接访问所需的资源,保证了数据的实时性,从而提高网格资源服务的可靠性。

(6) 移动 Agent 的平台大多是基于 JAVA 的,能够在异构的系统中具有良好的可移植性和扩展性。

## 4 结束语

随着网络的快速发展,为了各种资源能够共享为更多人使用以提高其利用率,越来越多的资源要求融入到网格系统中来。资源发现是网格应用中的一项重

(下转第 81 页)

$$p_i(x) = \prod_{j=1}^N p(x_j | \text{parent}(x_i))$$

$\text{parent}(x_i)$  表示节点  $x_i$  所有的父节点的集合,若没有父节点则有:

$$\text{parent}(x_i) = \emptyset, p(x_i | \text{parent}(x_i)) = p(x_i)$$

设计判别函数:  $g_i(d') = p_i(x)$

决策规则:对一切  $j \neq i$ ,如果有  $g_i(d') > g_j(d')$  成立,则将目标纹理  $d'$  归于  $Tex_i$  类。可对  $g_i(d')$  定义一个阈值,当  $g_i(d') > a$  时,将目标纹理  $d'$  归于  $Tex_i$  类,否则拒绝(阈值  $a$  可由训练集决定)。如果  $g_i(d') > g_j(d') > a$  可将目标纹理  $d'$  同时归于类  $Tex_i$  和类  $Tex_j$ ,或者  $Tex_i$ 。

### 3 实验结果

评估分类系统的标准是准确程度和速度。速度取决于分类规则的复杂程度,而评估分类准确程度的参照物是专家对纹理的分类结果(这里假设人工分类完全正确,并且排除个人思维差异的因素),与人工分类结果越相近,分类的准确程度就越高,这里隐含了评估分类系统的两个指标:准确率和查全率。

准确率是所有判断的纹理中与人工分类结果吻合的纹理所占的比率。查全率是人工分类结果应有的纹理中分类系统吻合的纹理所占的比率。准确率和查全率反映了分类质量的两个不同方面,两者必须综合考虑,不可偏废,因此,存在一种新的评估指标,即  $F_1$  测试值,其数学公式如下:

$$F_1 \text{ 测试值} = \frac{\text{准确率} \times \text{查全率} \times 2}{\text{准确率} + \text{查全率}}$$

文中实验使用的是 CURet 数据库中的纹理图像。在 CURet 数据库包含有 61 类真实世界的平面的纹理,每一类有 205 个不同几何变化和光照变化的样本。我们从中选取视点不是在极端位置的图像,使用了数据库中的每一个纹理的 92 张图像。每种纹理的 92 张图像被分成两个不相交的组:第一组的 46 张图像用来作为模型学习(当然可以用很少的图片制作训

练集,这也是基于 3D 考虑的好处);第二组的 46 张图像用于检测分类器分类结果的准确性。使用均值的 k 近邻法、贝叶斯分类法和最大加权相关树分类法对纹理分类的实验结果见表 1。

表 1 实验结果

算法	查全率 (%)	准确率 (%)	$F_1$ 值 (%)
均值的 k 近邻法 (加颜色信息)	81.2	82.2	81.7
贝叶斯(单色图像)	86.39	87.78	87.07
最大加权相关树分类方法 (单色图像)	98.58	97.26	97.9

### 4 结论

文中提出的对于纹理分类的研究方法,比以往的方法(如 naive Bayes 分类,卡方分布比较分类等)精度都高,并且计算的速度也可以接受,有很强的实用性。

#### 参考文献:

- [1] Varma M, Zisserman A. Unifying Statistical Texture Classification Frameworks[J]. Image Vision Compute, 2004, 22(14):1175-1183.
- [2] Cula O G, Dana K J. Compact representation of bidirectional texture functions[C]//Kauai: Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2001:1041-1047.
- [3] Konishi S, Yuille A L. Statistical cues for domain specific image segmentation with performance analysis[EB/OL]. 2000. <http://doi.ieeeecomputersociety.org/10.1109/CVPR>.
- [4] Leung T, Malik J. Representing and recognizing the visual appearance of materials using three-dimensional textures[J]. International Journal of Computer Vision, 2001, 43(1):29-44.
- [5] Randen K, Husoy J. Filtering for texture classification: A comparative study[J]. IEEE Trans PAMI, 1999, 21(4):291-310.
- [6] 谢世朋, 胡茂林. 对特定区域搜索引擎的自动分类系统的研究[J]. 微机发展, 2005, 15(9):16-20.

(上接第 77 页)

要课题。文中建立一种将移动 Agent 引入到网格资源发现中的模型,不仅可以很好地适应网格系统的动态性,而且大大减少了网络通信负载,同时提高了网格系统的工作效率。

#### 参考文献:

- [1] 孙建新. 网格计算中基于移动 Agent 的资源发现机制[J]. 计算机工程及设计, 2006, 27(4):684-687.

- [2] 柯鹏. 一种网格计算中的资源定位策略[J]. 现代计算机, 2006(4):17-19.
- [3] 张娜, 李明楚, 赵雨谦. 一种基于语义的 P2P 网格资源发现模型[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(15):109-112.
- [4] 王婕, 徐惠民. 基于小世界聚类的网格资源查找算法[J]. 北京邮电大学学报, 2006, 29(1):17-21.
- [5] 刘晓明, 黄传河, 江贝. 一种基于移动 Agent 技术的网络管理模型[J]. 计算机应用研究, 2000, 17(12):50-56.