

一种基于资源类型的网格资源发现方法

朱 承 张维明 刘 忠 徐振宁

(国防科学技术大学信息系统与管理学院 长沙 410073)

(zhucheng@nudt.edu.cn)

摘 要 提出一种基于资源类型的非集中式网格资源发现方法,将注册有同类资源的网格信息节点组织在一起形成社区,资源发现请求的转发以及资源信息的扩散都被限制在相应的社区内,从而改善了资源发现的性能.社区的自组织和社区间的高效导航通过一个基于分布式 Hash 表的 bootstrap 网络实现,并提出了流言传播的机制来改善 bootstrap 网络中的负载均衡.在社区内部的搜索中引入了基于贪婪搜索的资源定位机制,只将少数较好的结果返回给用户,节省了用户比较选择的时间.探讨了该方法在通用大规模计算资源共享以及仿真网格中的应用.

关键词 网格;资源发现;对等网;分布式 Hash 表;负载均衡

中图法分类号 TP311

A Grid Resource Discovery Scheme Based on Resource Classification

ZHU Cheng, ZHANG Wei-Ming, LIU Zhong, and XU Zhen-Ning

(School of Information Systems and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

Abstract A decentralized grid resource discovery scheme based on resource classification is studied in this paper, in which information nodes with the same type of registered resources are organized into communities, and a DHT based bootstrap network is constructed to navigate between different communities efficiently. Periodical topology maintenance communications in bootstrap network are used to piggyback and disseminate popular data in bootstrap network to achieve better load balance. A greedy search based resource location method is also introduced to identify qualified resource providers with good qualities inside communities, which improves scheduling efficiency. The performance improvement is evaluated by simulation under different cases, and overhead is also studied.

Key words grid; resource discovery; peer-to-peer; DHT; load balance

1 引 言

随着网格向更大规模的发展,网格中集成的资源将会具有目前 P2P 网络的特性:不可靠的资源和间歇性的资源参与会占到相当的比例,资源类型也会更加多种多样^[1]. 网格的这一发展趋势对网格资源发现提出了以下要求^[2]:①不依赖集中、全局的控制;②支持基于资源属性的搜索;③可伸缩性;④支持间歇性的资源参与方式,适应资源动态参与的特点.

目前网格系统中的资源发现基本上是集中式的,尽管支持信息节点间的交互,但并未实现通用的非集中式的资源发现机制.有不少研究借鉴 P2P 系统中的研究成果,提出了各种非集中式网格资源发现方案^[2,3-6],但系统规模、动态性与效率之间的矛盾仍未得到很好的解决.本文提出了一种基于资源类型的非集中式网格资源发现方法,探讨在存在标准网格资源分类的情况下,如何利用资源分类来缓解、克服这一矛盾,并利用理论模型及仿真对这一方法的性能和开销进行了分析比较.

2 非集中式网格资源发现

2.1 网格资源发现系统的设计

根据文献[7],设计一个通用的资源发现服务需要考虑以下几个方面:①服务提供者.可以采用第3方服务的形式,将提供资源发现服务的实体与资源提供者 and 使用者分开,如目前 Web 上的各种搜索引擎以及 DNS 等.与之相对的另外一种形式是完全分布的形式,或者称为 P2P 的形式,如类似 Gnutella 的各种 P2P 文件搜索与交换系统.以第3方服务方式实现的资源发现系统也可以是分布式的,但这些分布的服务器是处于资源发现服务提供者的统一管理之下,而在 P2P 的实现形式中,没有统一的管理与协调者,资源发现依赖于各参与节点的交互.②网络构造方式.可以用一个图来表示资源发现系统中涉及各信息节点间的交互关系,对应于底层通信网络之上的一个覆盖网络,其构造可以靠手工配置或自组织(或者是混合的).③网络结构.指覆盖网络的拓扑结构.④资源注册.指资源信息在各信息节点中所处位置及其更新过程.⑤查询路由.指查询请求在覆盖网络中的路由、扩散方式.⑥资源命名和查询方式.典型的资源命名方式包括全局惟一的 ID 或 Hash 值、字符串名、层次化命名以及基于属性的命名等.其中,基于资源属性的方式是表达能力最强、最贴近用户的一种方式.

2.2 静态信息节点拓扑下的非集中式网格资源发现模型

本文研究以 P2P 形式实现的、支持基于属性查询的非集中式网格资源发现方法.本文首先提出一个在不考虑信息节点拓扑动态变化情况下的非集中式网格资源发现模型,为分析和比较各种资源发现方法提供依据.

假设 1. 一个资源只有一个信息注册节点,信息节点上的注册资源被视为其本地资源.

假设 1 主要是为了表述的方便.若一个资源同时在多个信息节点注册,则其中 1 个信息节点将被视为该资源的注册节点,而其他的节点则被视为该资源信息的复制节点.

假设 2. 信息节点覆盖拓扑在一次资源发现过程或一次资源信息更新过程中的变化可以忽略不计,且资源信息在一次资源发现过程中保持有效.

相对于整个拓扑的演化过程而言,一次资源发现或信息更新的时间是非常短的,因此从网络拓扑

演化的角度而言,这样的简化是合理的.假设 2 的意义在于简化了资源发现的描述与建模,为比较不同的资源发现方法提供了一个共同的基础.

定义 1. 网格资源信息组织模型.

$G = (R, N, E, rf, D)$. 其中, R 为网格中的所有资源集合; N 为网格中所有信息节点集合; E 表示信息节点间的邻接关系; $E(n)$ 为节点 n 的邻节点集合, $E(n) \subseteq N$; rf 为资源注册函数, $rf: R \rightarrow N$, 在假设 2 下, rf 为满射; D 表示资源信息在非注册节点上的复制或链接; $D(r)$ 为资源 r 的所有感知节点集合, $r \in R, rf(r) \notin D(r)$. 资源 r 的感知节点为保存有资源 r 信息复制或链接的节点.

为方便表示,定义 $LR(n)$ 为信息节点 n 上注册的本地资源集合: $LR(n) \triangleq \{r | r \in R, rf(r) = n\}$; $LR(n) \subseteq R, R = \bigcup_{n \in N} LR(n)$. 对于任意 $n_1, n_2 \in N, n_1 \neq n_2, LR(n_1) \cap LR(n_2) = \emptyset$. 定义 $RR(n)$ 为信息节点 n 上记录的所有异地资源集合: $RR(n) \triangleq \{r | r \in R, n \in D(r)\}$.

定义 2. 网格资源信息更新传播模型 U .

$U = (G, update(r), P, D(r))$. 其中, $update(r)$ 表示 G 中资源 r 的变化, P 表示该资源信息的更新在 G 中信息节点间的传播策略,资源 r 的变化会引起其注册节点上信息的更新,并传播到 r 的所有感知节点 $D(r)$. 对于更新信息的产生节点(即资源 r 的注册节点)或接收节点 $n, P(update(r), n)$ 表示资源更新信息转发的邻节点集合, $P(update(r), n) \subseteq E(n)$.

定义 3. 网格资源发现请求处理模型.

$(G, request(R(A)), S, F) \rightarrow L$. 其中, $request(R(A))$ 为查找请求,定义了资源的各种属性要求 A ; S 为查找起始信息节点集合; F 表示 G 中信息节点间的查找请求转发策略; L 表示在资源发现过程中找到的匹配资源集合.对于接收到的资源查找请求,节点 n 做以下操作:若与本地注册资源或异地资源的复制信息匹配则找到了一个匹配资源;若满足停止条件则结束,否则根据转发策略转发到相应邻节点.请求转发的策略可能是随机的,也可能根据本地记录的有关异地资源信息的链接进行.对于接收到请求的节点 $n, F(request(R(A)), n)$ 表示请求转发的邻节点集合, $F(request(R(A)), n) \subseteq E(n)$.

2.3 现有方法

现有采用 P2P 形式、支持基于属性查询方式的网格资源发现方法基本上有以下几种:

① 泛洪^[2,5](flooding). 节点间形成无结构网络,或具有某种结构的网络,如树状层次结构或超立方结构. 接收到资源发现请求的节点除了搜索本地注册资源信息外,还向所有邻节点转发请求(请求进入的邻节点除外),直至满足结束条件. 为了减少发送的冗余消息,有一些方法使用随机或基于启发式规则的请求转发策略,如 Random Walk, Best Neighbor 等^[2],我们将这些方法统一视为泛洪方法的变形. 在泛洪方式下,节点间无需扩散资源信息的更新,且有 $\forall n \in N, RR(n) = \emptyset$. 本文中的泛洪不仅仅指请求转发的方式,也指采用这种请求转发方式的一类资源发现机制.

② 路由转发^[4](RT). 节点以系统中其他部分节点为邻节点,且知道到所有异地资源的路由信息. 资源发现请求将被接收节点转发到相应邻节点,并最终被路由到注册有满足条件资源所在的节点. 在这种方式下,资源信息的更新需要传播到每个节点.

③ NEVRLATE^[7]. 节点被分为若干组,每一个资源都必须在所有组中至少一个节点上进行注册,因此资源发现的时候只要搜索任意一个组即可. 但对于资源更新,则需要将其散布到每一个组.

除以上几种基本方法外,还有不少混合方法. 如,将泛洪与 RT 相结合,资源信息仅散布到注册节点小范围的邻域,首先使用泛洪方式进行查找,若找到满足条件资源信息的链接,则改用 RT 方法.

3 基于资源类型的网格资源发现方法

3.1 基本思想

类似 P2P 文件共享网络中将共享类似文件的节点组织在一起,如果对于网格中的每一类资源,注册有该类资源的信息节点形成一个连通的覆盖网络,即社区,则查找请求只需要在相应的社区内传播,从而提高查找的效率.

3.2 基于资源类型的网格资源发现方法 RC

根据以上的思想,我们提出一种基于资源类型的非集中式网格资源发现方法 RC(resource classification based grid resource discovery, 基于 RC 的方法,或简称为 RC). 该方法基于以下假设:

假设 3. 存在网格资源分类 T , 且对于每一个网格资源 $r \in R$, 都有惟一的类型 $T(r)$, $T(r) \in T$.

假设一个网格资源只有惟一的类型是为了表述的方便. 在该假设下,同时具有多种类型的资源被

视为多个类型惟一的不同资源. 一般的分类体系通常是树形的,我们只考虑其中某个层次上的类型划分,不考虑类之间在概念上的层次关系.

假设 4. 资源发现请求 $request(R(A))$ 包含了对所请求资源类型的说明,记为 $t_{request(R(A))}$, $t_{request(R(A))} \in T$, 或者 $t_{request(R(A))}$ 可以从资源属性描述 A 中进行推断.

一般而言,对于一个特定的网格应用,需要将不同类型的资源组织成虚拟组织(VO)来满足应用的要求. 整个资源发现的过程在逻辑上可视为多个单一类型资源发现过程的组合. 在存在标准资源分类的情况下,即便在资源请求中未做出显式的说明,资源类型也易于从资源属性的描述当中进行推断.

对于给定网格资源集合 R , 网格资源类型集合 T , 网格信息节点集合 N , 以及资源注册映射 rf , 记 $S(t) \triangleq \{n | n \in N, \exists r \in LR(n), s.t. T(r) = t, t \in T\}$. 在理想情况下,RC 方法有如下特点:

① $\forall t \in T$, 若 $S(t) \neq \emptyset$, 则有: $\forall n_1, n_m \in S(t)$, $\exists n_2, \dots, n_{m-1} \in S(t)$, s.t. $n_{i+1} \in E(n_i)$ ($0 \leq i < m$);

② $\forall t \in T$, 若 $S(t) \neq \emptyset$, 则有: $\forall n \in N$, $\exists n' \in E(n)$, s.t. $n' \in S(t)$;

③ $\forall r \in R, D(r) \subseteq S(T(r))$;

④ 对于接收到资源发现请求 $request(R(A))$ 的节点 n , 有: $F(request(R(A)), n) \subseteq (E(n) \cap S(t_{request(R(A))}))$.

以上定义说明,在 RC 方法中,对于每一类资源,所有注册有该类资源的信息节点间形成连通的邻接拓扑,构成社区;对于每一个社区,节点都至少拥有一个属于该社区的邻节点;资源信息仅在同属相应社区的节点间扩散;资源发现请求总是被转发给相应社区内的节点. 即,请求转发可视为一个两阶段的过程:首先从初始节点转发入相应社区,然后在属于该社区的节点间扩散.

与基本的泛洪和 RT 方法相比,RC 通过限制请求转发以及资源信息更新的传播规模改善了资源发现以及资源信息更新的性能. 但这是以增加节点拓扑维护开销为代价的,因为节点可能同时加入多个社区,必须维护更多的邻节点,而且还需要了解其他每个社区内至少一个节点以保证正确的请求转发. 同样是对信息节点进行分组来改善资源发现性能,在 NEVRLATE 中,资源发现性能与资源更新性能是一对矛盾,因为需要在每个组都进行资源信息的复制,分组越多,资源信息更新的开销就越大;而在

RC 中则不存在这一矛盾,因为节点按资源类型组织,体现出了一定的语义特征,从而避免了资源注册和更新信息在所有分组中的扩散。

3.3 bootstrap 网络:基于 DHT 的社区导航方式

RC 方法的实现必须解决两个问题:①社区的自组织与维护;②高效地找到某个特定社区内的一个节点,以保证请求的转发。目前已经有大量的协议支持节点自组织成结构化或无结构的覆盖网络。在这些协议下,新节点通过与网络中活动的任意一个节点交互加入网络;网络中的节点通过与邻节点的消息交换独立维护邻接关系。理论分析和实际观测均表明^[8,9],在每个节点都只了解网络中小部分节点,且独立维护邻接关系的情况下,完全可以自组织地构造连通的覆盖拓扑,或者使其具有很大的连通分量。因此,高效地获取属于某个特定社区的节点信息不但可以保证请求的正确转发,而且也可以保证利用现有的协议来构造和维护社区。我们将这一问题称为社区入口节点的获取问题,社区内的任意一个活动节点均可以成为社区的入口节点。

我们对于该问题的解决办法是利用分布式 Hash 表(DHT)协议^[10]将网格上的少量信息节点组织构造成社区入口节点注册和查找网络,称为 bootstrap 网络。各社区在 bootstrap 网络上的注册节点为在 DHT 拓扑空间中与社区名 Hash 值对应的节点,社区入口节点周期性地向注册节点发送注册/更新消息,其查找则根据社区名通过 DHT 的查找协议进行。DHT 网络的路由查找协议能够以很高的概率保证从 bootstrap 网络中的任意一点开始在 $O(\log N)$ 步内找到对应的注册节点, N 为 bootstrap 网络的规模。这样,在 RC 方法的实现中,信息节点不必对每个社区都维护一个邻节点,对于自己不隶属的社区,可以在需要进行请求转发时通过 bootstrap 网络中的任一节点进行查找。除了高效、可伸缩外,bootstrap 网络的优点还在于,通过 DHT 实现社区与注册节点间的映射,能够适应资源分类的动态变化。

3.4 bootstrap 网络上的负载均衡

bootstrap 网络的负载主要来自节点的注册/更新以及查找。调整节点注册/更新周期可以控制 bootstrap 网络的注册/更新负载,而尽量利用信息节点本地缓存则可以减少 bootstrap 网络的查找负载:当某信息节点需要获取特定社区的入口节点时,可以首先搜索本地缓存以及邻节点的缓存;若未找到,再向 bootstrap 网络提交查询。

bootstrap 网络上的一个重要问题是负载均衡。对于注册/更新负载,可以使用现有的负载均衡方法,如将部分负载转移到轻载节点^[11]。对于查找负载,在 bootstrap 网络上各节点缓存热点社区的入口节点信息有助于降低对其注册节点的查找访问数量。但在动态环境中,频繁的缓存更新仍然容易使其注册节点成为“热点”。对此,我们提出了基于流言传播的方法,利用 DHT P2P 网络中节点拓扑维护通信夹带传播查找量大的入口节点信息,实现缓存的主动刷新,以进一步降低“热点”的查找负载。我们在文献[12]中对流言传播的方法进行了分析,结果表明,该方法可以有效降低 bootstrap 网络中热点的负载。

3.5 基于贪婪搜索的资源定位方法

在现有的非集中式网格资源发现中,除了将资源发现请求中的约束与资源信息进行匹配外,并没有考虑如何在多个满足条件的资源中进行选择、比较。如果社区内满足约束的资源较多,则需要用户自己对资源发现返回的大量结果进行进一步的比较和排序。若在网格资源发现中只返回少量尽可能“好”的资源,将节省用户做进一步选择和比较的开销,缩短资源定位的时间。一个类似的例子是,当用户通过关键词搜索 Web 页面时,搜索引擎将根据某些指标,如用户的偏好等,将所有包含关键词的页面进行排序,而用户往往只关心排在前面的少量 Web 页面。

RC 方法没有限定社区内具体使用的资源搜索方法。为实现以上目标,我们提出了一种在社区内使用的基于贪婪搜索的资源定位方法 GSBRL (greedy-search based resource location)。其基本工作方式:当资源发现请求进入相应社区后,接收到请求的节点总是将请求转发给拥有资源能力最强、且优于自己的邻节点,若无法继续,则接受请求。这一过程的前提只要求同一社区内邻节点间及时交换资源信息的更新。GSBRL 可以借助移动主体技术来实现。作为用户的代理,移动主体能够充分体现用户的意志,并在信息节点间灵活移动,根据从当前节点获取的信息,结合用户的主观意愿,决定下一跳的目标,直至找到满意的结果。

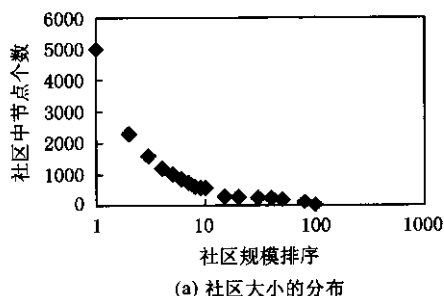
我们在文献[13]中证明了,只要社区中节点度的均值适当大,使用 GSBRL 可以以较高的概率在较短的跳数内,在具有相当规模的社区中找到大量满足约束条件资源中相对很好的资源。

4 仿 真

我们利用仿真将 RC 方法与其他方法做定量比较.

4.1 仿真环境设定

与文献[14]类似,在仿真中,我们忽略一次资源发现过程中信息节点拓扑的动态变化,并假设所有资源信息有效.在现实情况中,各种类型的资源数量比例一般都极不均匀,呈现出 Zipf 特性.为了评



价 RC 方法在不同社区规模下的效果,我们只考虑各类型资源数量不均匀的情况.根据典型的 Zipf 分布规律,设定对应的社区大小分布如图 1(a)所示.其中,资源总数为 50000,信息节点总数为 10000,资源总类型数为 1000.规模最大的社区大小约为 5000,大约占总数的一半,规模排名第 10 的社区大小约为 500.在节点拥有资源数量分布方面,与文献[2]中的 Emulated Grid 仿真设定相同,我们考虑均匀和不均匀两种情况,对应的节点拥有资源种类的数量分布如图 1(b)所示.

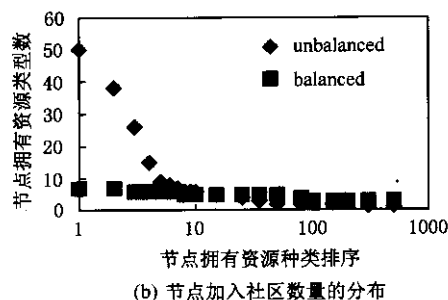


图 1 网络仿真环境的设定

为使各种方法的仿真结果具有可比性,我们在相同的资源密度下比较 RC 方法与其他方法.这里的资源密度指拥有满足条件资源的信息节点占总信息节点的比例.由于 RC 方法性能受所查找资源所属社区规模的影响,我们分别考虑当查找资源落入规模最大的社区以及落在规模大小排名第 10 的社区时的情况.

我们利用 PLOD^[15]算法生成所有的初始拓扑,且参数设为 $\alpha = 0.3$,节点度均值为 4,用于模拟具有 power-law 特征的大规模网络.为了在 RC 方法的评价中考虑 bootstrap 网络的性能,我们使用经典 DHT 网络 Chord 的相关结论^[16]:对于每个提交到 bootstrap 网络的关于入口节点的查找,我们设定成功返回的跳数为 5.因为根据 Gnutella 网络中对 GWebCache 节点(提供网络中其他节点信息的节点)的统计,我们期望 bootstrap 网络的规模不超过 10^3 ,而 Chord 系统中的平均查找跳数为 $(\log_2 N)/2$, N 为 bootstrap 网络规模.我们同时根据 Chord 仿真中观测到的均值设定 bootstrap 网络上查找失败的比例为 5%.当需要查找特定社区入口节点时,查找初始节点将首先查找自己的本地缓存,以及 2 跳内邻节点及其缓存,若仍未找到,才向 bootstrap 网络提交查找.我们使用与文献[17]类似的 ping/pong 模式作为信息节点间相互发现的机制,但在 pong 消

息中加入节点所属社区信息(最多 5 个).当特定社区的入口节点无法获取时,资源发现请求将在社区间做随机的转发.资源发现请求的初始节点在所请求资源所属社区以外的节点中做随机选择.在对 RC 方法的仿真中,查找请求发出之前,各节点将有一段时间(10 min)通过 ping/pong 消息进行相互的发现.

4.2 性能比较

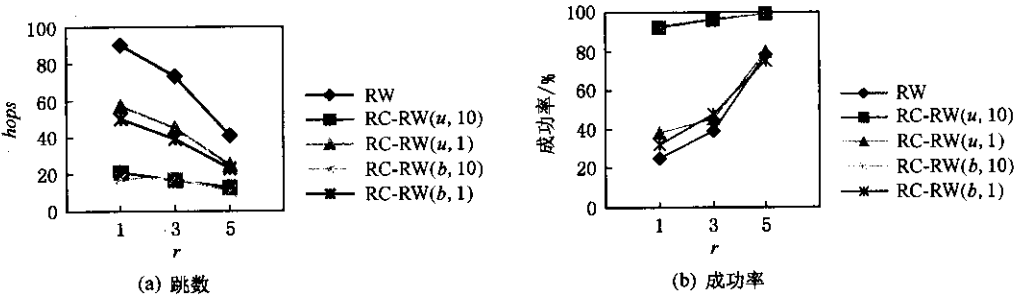
我们首先比较 RC 方法与完全随机的查找方法.两者均采用 Random Walk 作为请求转发方法,walker 数量设为 1,且当所有邻节点都接收过请求时结束.结果如图 2 所示.横轴的“ r ”表示资源密度,单位为 $1/1000$.图 2(a)纵坐标记录了当第 1 个拥有满足条件的资源被找到时的跳数,查找成功率如图 2(b)所示.

类似地,我们比较 RC 方法与 Random Walk 和 RT 的混合方法:仍然使用 Random Walk 作为请求转发方法,直到满足条件的资源信息被找到,或其链接被找到,若是链接被找到,则沿着链接进行请求转发.在 RC 中,社区内同样采用该混合方法.资源信息的扩散范围均设为 2 跳以内的邻节点.结果如图 3 所示.

NEVRLATE 的性能与其分组模式有关.我们根据文献[6]设定仿真中 NEVRLATE 的最佳分组方案:信息节点分为 100 个组,每组 100 个节点.我

们采用 Expanding Ring^[14]作为社区内/组内的请求转发方法。除跳数外,还比较一次资源发现和资源

信息更新中涉及到的节点数。涉及到的节点越多,则网络开销越大。结果如图 4 所示。



其中 RC-RW($u, 10$)表示基于 RC 的资源发现方法,在社区内采用 Random Walk 的请求转发策略,资源在节点的分布不均匀(unbalanced),且所查找节点落在规模大小排名第 10 的社区内。其他符号的意义可以类推。

图 2 RC 方法与扁平覆盖拓扑中的 Random Walk(RW)请求转发方法的比较

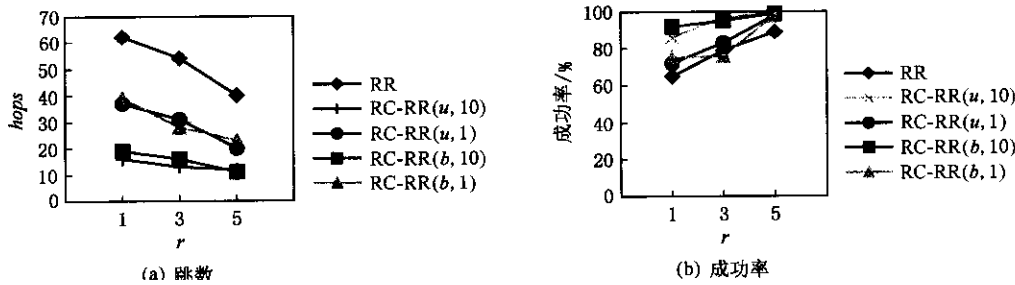


图 3 RC 方法与 RT + Random Walk 混合方法(RR)的比较

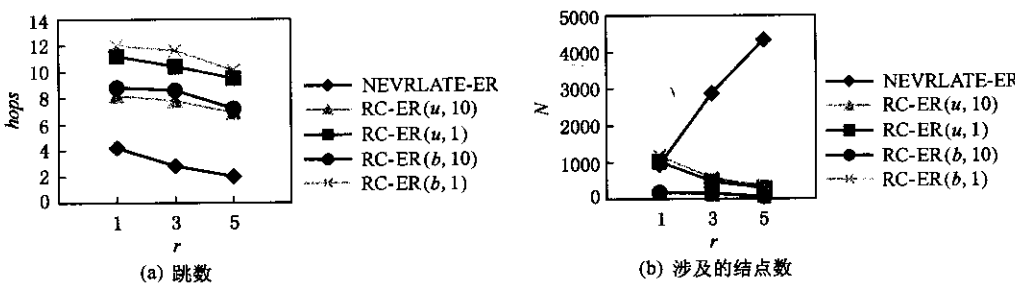


图 4 在 Expanding Ring(ER)请求转发策略下,RC 方法与 NEVRLATE 的比较

图 2~3 的结果说明,RC 方法通过将资源发现请求的传播以及资源信息的扩散限制在相应的社区,提高了资源发现的性能。图 4 表明,与节点随机分组的方案 NEVRLATE 相比,尽管时间开销略大,但 RC 大大减少了信息更新带来的网络开销。

在实际应用中,若网格节点之间的协作具有一定的模式,则可以更多地依赖节点本地缓存信息找到经常访问的社区入口节点,而无需通过 bootstrap 网络进行单独查找。本文在仿真分析中考虑的是最坏情况,即所有的社区入口节点查找均通过 bootstrap 网络,而不考虑节点本地缓存。即便在这

种情况下,RC 方法仍然能有效改善资源发现性能。

4.3 开 销

基于 RC 的资源发现方法增大了节点的拓扑维护开销,因为节点可能同时加入多个社区。

按照文献[17]中的覆盖拓扑维护方案,对于每一个邻节点,每 3 秒发送一个 ping 消息,并从邻节点收到 pong 消息以及另外 10 个其缓存的 pong 消息。每个 ping 消息包括:IP 地址(4 bytes)、端口(2 bytes)、hops(1 byte);而每个 pong 消息,则包括:IP 地址(4 bytes)、端口(2 bytes)、hops(1 byte)以及最多 5 个所属社区 ID(5×4 bytes),计入包头等开销,

一个 ping 消息约为 20 bytes,而 pong 消息约为 40 bytes,因此,每个连结上的带宽开销为 $(20 + 40 \times 11) / 3 \approx 153 \text{B/s}$. 一个社区中节点的平均连结数约为 4,故加入一个社区所需的带宽开销约为 612B/s. 即使节点同时加入 50 个社区,带宽开销约为 30KB/s,而且还可以通过延长 ping 的间隔来进一步减小开销.

4.4 bootstrap 网络的负载

我们在仿真中统计了一段时间内访问 bootstrap 网络的资源发现请求次数与总资源发现请求次数之比,及其与请求出发节点本地缓存搜索范围的关系. 结果表明,利用 2 跳以内邻近节点的缓存可以将对 bootstrap 网络的查找次数降低大约一半,扩大搜索范围,还能进一步降低 bootstrap 网络上的查找负载. 限于篇幅,有关 bootstrap 网络上基于流言传播的负载均衡的分析参见文献 [12],基于贪婪搜索资源定位方法的结论参见文献 [13].

5 应用

5.1 通用大规模计算资源共享环境

作为计算网格的一个分支,自愿计算环境在大规模计算模式中正在扮演着越来越重要的角色. Paradropper 是一种新的基于 P2P 覆盖网络的通用自愿计算系统^[18],任何自愿者不但可以基于该平台一致、友好的 GUI 接口贡献计算资源,而且还可以提交自身的计算任务,与以往依赖全局集中式控制节点的系统相比是一个巨大的进步.

一般而言,自愿计算中参与节点负载与时间有比较密切的关系:处于白天正常工作时间段内的节点因为要处理大量本地的作业,往往具有较大的负载,或者资源拥有者不愿意在工作时段将资源贡献出来参与自愿计算,而到了晚上休息时间,机器一般处于空闲状态. 因此,如果能充分利用这一现象,将作业尽可能调度到处于晚间空闲状态的机器,可以进一步提高调度的整体效率和合理性. 这种调度策略可以被形象地称为“following the moon”.

我们正在与 Paradropper 系统研究小组合作,将 RC 方法引入到其下一版本中,以实现以上“following the moon”的资源调度策略. 基本思路是按照参与节点所处时区结合国家或地区代码,将节点组织成对应的社区;提交的作业将优先被调度到当前处于夜晚的时区所对应的社区. 我们计划在新版的 Paradropper 平台上对 RC 方法做实际的测试与评估.

5.2 仿真网格

大规模联合作战的仿真演练系统是先进分布仿真在军事领域研究和应用的重点和热点. 这些仿真演练系统规模大、地域广、实体数多,且涵盖各种仿真模式. 为更好地满足大规模联合作战等复杂系统的仿真需求,网格技术被引入到建模与仿真中来,“仿真网格”就是在这一大背景下提出的新概念,试图利用网格技术来进一步解决复杂系统仿真中各种仿真资源的有效利用、集成与互操作问题^[19].

仿真网格中最核心的问题之一是如何按需将仿真应用与各种仿真资源绑定,形成仿真联邦,按需完成仿真应用. 在面向大规模联合作战的仿真系统中,由于各种武器平台的指控系统以及各级 C4ISR 系统实装将作为节点嵌入到仿真网格中,因此在战场复杂多变的环境以及网络中心战这种扁平化的组织体系中,作战仿真网格集成的资源将出现很强的动态性与 P2P 的特点. 我们计划将 RC 方法引入到作战仿真网格的研究中,基本思路是根据军事领域本体以及网络中心战环境下作战单位的编成与信息交互特点,得到合理的战场仿真资源社区划分,在此基础上利用 RC 方法实现满足战场环境的高可生存性和高效的资源发现与定位. 仿真网格的研究将是我们在今后较长一段时期内的主要研究方向,我们期望 RC 方法在这一具体应用背景中得到不断的完善和改进.

6 结论

本文在具有标准资源分类的前提下提出了一种通用、非集中式的网格资源发现方法 RC:网格信息节点按注册的资源类型组织成社区,通过一个基于 DHT 的 bootstrap 网络提供社区间的高效导航. 提出了流言传播的方法改善 bootstrap 网络上的负载均衡,在社区内的搜索中则引入了基于贪婪搜索的资源定位方法来快速找到所有满足条件的资源中相对很好的少数几个. 仿真结果表明,RC 方法能够有效缓解非集中式网格资源发现中系统规模、动态性与效率之间的矛盾,特别当社区规模较小时,该方法的性能提升明显. 除了 RC 方法的应用外,我们还将对 bootstrap 网络规模的自适应调整以及相应的激励与利益分配机制等理论问题进行进一步的研究.

参考文献

- peer-to-peer and grid computing. In: Proc of the 2nd Int'l Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS '03). Berlin: Springer-Verlag, 2003. 118~128
- 2 A Iamnitchi. Resource discovery in large resource-sharing environments: [Ph D dissertation]. Chicago: University of Chicago, 2003
 - 3 W Li, Z Xu, F Dong, *et al.* A grid resource discovery model based on the routing-transferring method. In: Proc of the 3rd Int'l Workshop on Grid Computing. Berlin: Springer-Verlag, 2002. 145~156
 - 4 A Andrzejak, Z Xu. Scalable, efficient range queries for grid information services. In: Proc of the 2nd Int'l Conf on Peer-to-Peer Computing (P2P2002). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2002. 33~40
 - 5 L Huang, Z Wu, Y Pan. Virtual and dynamic hierarchical architecture for E-science grid. International Journal of High Performance Computing Applications, 2003, 17(3): 329~347
 - 6 A Chander, S Dawson, P Lincoln, *et al.* NEVRLATE: Scalable resource discovery. In: Proc of the 2nd IEEE/ACM Int'l Symp on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2002). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2002. 382~388
 - 7 K Vanthournout, G Deconinck, R Belmans. A Taxonomy for resource discovery, In: Proc of the Int'l Conf on Architecture of Computing Systems (ARCS 2004). Berlin: Springer-Verlag, 2004. 78~91
 - 8 M Jelasity, M Preusb, M Steen. Maintaining connectivity in a scalable and robust distributed environment. In: Proc of the 2nd IEEE/ACM Int'l Symp on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2002). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2002. 389~394
 - 9 S Saroiu, P Gummadi, S Gribble. A measurement study of peer-to-peer file sharing systems. In: Proc of SPIE Conf on Multimedia Computing and Networking (MMCN2002). San Jose: SPIE-INT Society Optical Engineering, 2002. 156~170
 - 10 S Ratnasamy, I Stoica, S Shenker. Routing algorithms for DHTs: Some open questions. In: Proc of the 1st Int'l Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS '02). Berlin: Springer-Verlag, 2002. 45~52
 - 11 A Rao, K Lakshminarayanan, S Suranaet, *et al.* Load balancing in structured P2P systems. In: Proc of the 2nd Int'l Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS '03). Berlin: Springer-Verlag, 2003. 68~79
 - 12 朱承, 刘忠, 张维明, 等. 结构化 P2P 网络中基于流言传播的负载均衡. 通信学报, 2004, 25(4): 31~40
(Zhu Cheng, Liu Zhong, Zhang Weiming, *et al.* Load balance based on rumor mongering in structured P2P networks. Journal of China Institute of Communications (in Chinese), 2004, 25(4): 31~40)
 - 13 C Zhu, Z Liu, W Zhang, *et al.* Analysis on greedy search based service location in P2P service grid. In: Proc of the 3rd Int'l Conf on Peer-to-Peer Computing (P2P2003). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2003. 110~117
 - 14 Q Lv, P Cao, E Cohen. Search and replication in unstructured peer-to-peer networks. In: Proc of the 16th Int'l Conf on Supercomputing. New York: ACM Press, 2002. 84~95
 - 15 C R Palmer, J G Steffan. Generating network topologies that obey power laws. In: Proc of the IEEE Global Telecommunication Conference (GLOBECOM 00). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2000. 434~438
 - 16 I Stoica, R Morris, D Karger, *et al.* Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for Internet applications. In: Proc of ACM SIGCOMM2001. New York: ACM Press, 2001. 149~160
 - 17 T Klingberg, R Manfredi. Gnutella 0.6. <http://rfc-gnutella.sourceforge.net/src/rfc-0-6-draft.html>, 2002-06
 - 18 窦文, 贾焰, 王怀民, 等. 基于对端重叠网络的通用大规模计算资源共享环境的构造. 计算机学报, 2004, 27(1): 21~31
(Dou Wen, Jia Yan, Wang Huaimin, *et al.* The construction of a generic large scale computation sharing environment based on peer-to-peer overlay network. Chinese Journal of Computers (in Chinese), 2004, 27(1): 21~31)
 - 19 龚光红, 王行仁, 彭晓源, 等. 先进分布仿真技术的发展与应用. 系统仿真学报, 2004, 16(2): 222~230
(Gong Guanghong, Wang Xingren, Peng Xiaoyuan, *et al.* The development and application of advanced distributed simulation. Journal of System Simulation (in Chinese), 2004, 16(2): 222~230)



朱 承 男, 1976 年生, 博士研究生, 主要研究方向为网格、对等网、分布仿真、智能决策技术。



张维明 男, 1962 年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为信息系统、智能决策技术。



刘 忠 男, 1968 年生, 博士, 副教授, 主要研究方向为网格、对等网、信息系统建模与仿真。



徐振宁 男, 1973 年生, 博士, 主要研究方向为信息建模、语义 Web。

作者：[朱承](#)，[张维明](#)，[刘忠](#)，[徐振宁](#)，[ZHU Cheng](#)，[ZHANG Wei-Ming](#)，[LIU Zhong](#)，[XU Zhen-Ning](#)
作者单位：[国防科学技术大学信息系统与管理学院, 长沙, 410073](#)
刊名：[计算机研究与发展](#) 
英文刊名：[JOURNAL OF COMPUTER RESEARCH AND DEVELOPMENT](#)
年，卷(期)：2004, 41(12)
被引用次数：16次

参考文献(19条)

1. [I Foster;A Iamnitchi](#) [On death, taxes, and the convergence of peer-to-peer and grid computing](#) 2003
2. [A Iamnitchi](#) [Resource discovery in large resource-sharing environments](#) 2003
3. [W Li;Z Xu;F Dong](#) [A grid resource discovery model based on the routing-transferring method](#) 2002
4. [A Andrzejak;Z Xu](#) [Scalable, efficient range queries for grid information services](#) 2002
5. [L HUANG;Z Wu;Y Pan](#) [Virtual and dynamic hierarchical architecture for E-science grid](#)[外文期刊] 2003(03)
6. [A Chander;S Dawson;P Lincoln](#) [NEVRLATE: Scalable resource discovery](#)[外文会议] 2002
7. [K Vanthournout;G Deconinck;R Belmans](#) [A Taxonomy for resource discovery](#)[外文会议] 2004
8. [M Jelasity;M Preusb;M Steen](#) [Maintaining connectivity in a scalable and robust distributed environment](#)[外文会议] 2002
9. [S Saroiu;P Gummadi;S Gribble](#) [A measurement study of peer-to-peer file sharing systems](#)[外文会议] 2002
10. [S Ratnasamy;I Stoica;S Shenker](#) [Routing algorithms for DHTs: Some open questions](#)[外文会议] 2002
11. [A Rao;K Lakshminarayanan;S Suranaet](#) [Load balancing in structured P2P systems. In](#) 2003
12. [朱承;刘忠;张维明](#) [结构化P2P网络中基于流言传播的负载均衡](#)[期刊论文]-[通信学报](#) 2004(04)
13. [C Zhu;Z Liu;W Zhang](#) [Analysis on greedy search based service location in P2P service grid](#)[外文会议] 2003
14. [Q Lv;P Cao;E Cohen](#) [Search and replication in unstructured peer-to-peer networks](#) 2002
15. [C R Palmer;J G Steffan](#) [Generating network topologies that obey power laws](#)[外文会议] 2000
16. [I Stoica;R Morris;D Karger](#) [Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for Internet applications](#) 2001
17. [T Klingberg;R Manfredi](#) [Gnutella 0.6](#) 2002
18. [窦文;贾焰;王怀民](#) [基于对端重叠网络的通用大规模计算资源共享环境的构造](#)[期刊论文]-[计算机学报](#) 2004(01)
19. [龚光红;王行仁;彭晓源](#) [先进分布仿真技术的发展与应用](#)[期刊论文]-[系统仿真学报](#) 2004(02)

本文读者也读过(10条)

1. [梅一多. 官尚元. 冯国富. 董小社. Mei Yiduo. Guan Shangyuan. Feng Guofu. Dong Xiaoshe](#) [一种可扩展的网格资源发现模型](#)[期刊论文]-[华中科技大学学报（自然科学版）](#) 2007, 35(z2)
2. [蔡海燕](#) [网格环境下资源监测与发现服务的研究与设计](#)[学位论文]2008
3. [李金城. 武秀川. 许欢欢. LI Jin-cheng. WU Xiu-chuan. XU Huan-huan](#) [基于多属性查询的P2P网格资源发现机制](#)[期刊论文]-[计算机工程](#)2010, 36(19)
4. [郭立华](#) [基于语义的网格资源分层式发现模型研究](#)[学位论文]2008
5. [林伟伟. 齐德昱. Lin Wei-wei. Qi De-yu](#) [基于分层结构和树型覆盖网络的网格资源发现模型](#)[期刊论文]-[华南理](#)

6. 毕瑞英 网格资源发现机制的研究[学位论文]2008
7. 李静, 陈蜀宇, 田东, LI Jing, CHEN Shu-yu, TIAN Dong 一种网格环境下的动态负载均衡机制[期刊论文]-计算机工程2008, 34(4)
8. 李红, 刘鲁, Li Hong, Liu Lu 分布式网格资源发现研究综述[期刊论文]-计算机应用与软件2010, 27(2)
9. 张忠平, 任大娟, 韩丽霞 基于资源区域的网格资源发现方法[期刊论文]-计算机工程与应用2010, 46(11)
10. 陈涛, CHEN Tao 网络协同设计环境下基于资源负载均衡策略的任务调度优化模型及其算法[期刊论文]-暨南大学学报（自然科学与医学版） 2009, 30(1)

引证文献(16条)

1. 刘磊 网格环境下的资源管理[期刊论文]-网络安全技术与应用 2009(6)
2. 李红, 刘鲁 基于关键字组合的网格层次社区资源发现[期刊论文]-哈尔滨工程大学学报 2009(4)
3. 罗耀明, 聂规划 基于小生境遗传算法的网格节点资源研究[期刊论文]-武汉理工大学学报 2006(10)
4. 霍林, 黄俊文, 潘英花, 王力 大规模分布式资源搜索技术研究进展[期刊论文]-计算机应用研究 2010(11)
5. 童一飞, 李东波 基于属性的网格资源动态聚类研究[期刊论文]-计算机集成制造系统 2008(4)
6. 樊富有, 孟林, 程玉昆, 黄艳 一种基于分层管理的网格资源发现算法[期刊论文]-高性能计算技术 2007(6)
7. 冯雯, 吴江, 姜少杰, 张正维 基于虚拟社区模型的信息网格资源发现算法[期刊论文]-计算机应用 2009(z2)
8. 韩毅, 樊志伟, 李健 数字图书馆的信息资源发现与组织[期刊论文]-情报资料工作 2006(5)
9. 张忠平, 任大娟, 韩丽霞 基于资源区域的网格资源发现方法[期刊论文]-计算机工程与应用 2010(11)
10. 韩丽霞 论区域资源发现方法在检察网络中的运用[期刊论文]-金卡工程 2010(11)
11. 阎文博, 张育平, 郭朝霞 基于网格技术的资源发现机制的研究与优化[期刊论文]-计算机技术与发展 2007(7)
12. 熊金波, 谢艳辉, 张珊珊 基于DSOF的网格资源发现模型研究[期刊论文]-计算机工程与设计 2009(23)
13. 郝敏, 杨瑞娟, 黄美荣, 廖伟 单本体数据网格的一种资源查找方法[期刊论文]-空军雷达学院学报 2008(3)
14. 张正维 基于相似性原理的网格资源发现新方法[学位论文]硕士 2005
15. 王丽芬 基于P2P对等网络流媒体服务系统技术的研究[学位论文]硕士 2006
16. 李红, 刘鲁 分布式网格资源发现研究综述[期刊论文]-计算机应用与软件 2010(2)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjyjfz200412018.aspx