

文章编号:1001-9081(2005)02-0289-02

利用索引的动态分布改善 JXTA 网络中查询效率

赵宗渠, 庄 雷, 李建春

(郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450052)

(zhaozong_qu@sohu.com)

摘 要: JXTA 2.0 参考实现中, 索引发布和查询机制是基于索引固定分布的策略。现有索引查询方案中集合点的 RPV(Rendezvous Peer View)松散一致性会导致查询请求在集合点之间重复巡查(walker)的问题。提出使用索引的动态分布改善查找目标索引的准确度, 并且就索引的冗余及振荡进行了分析改进, 避免在 RPV 中重复巡查和减小每一次巡查的距离, 从而提高查询效率。

关键词: JXTA; 索引查询; 有限范围巡查; 动态索引分布

中图分类号: TP311.13 **文献标识码:** A

Improve search efficiency using policy of active index distributing in JXTA network

ZHAO Zong-qu, ZHUANG Lei, LI Jian-chun

(College of Information Engineering, ZhengZhou University, Zhengzhou Henan 450052, China)

Abstract: In the JXTA 2.0 reference implementation, policy of publishing and searching index is based on the policy of index fixed distribution. The current loosely-consistent RPV(rendezvous peer view) mechanism should lead to matter of query repeatedly among rendezvous peers. Index dynamic distribution was proposed to improve performance of finding objective index; the redundancy and swing of the index were analyzed and resolved also. It can avoid walking in RPV repeatedly and decrease the distance of every walk, so can achieve a better search efficiency.

Key words: JXTA; search index; limited-range walker; active index distributing.

0 引言

JXTA 2.0^[1]是开放源代码 P2P 网络的第二个主要版本, 它推出了聚集超级节点网络的概念: 将网络中的成员划分为边缘节点(edge peer)和集合点(rendezvous peer)。基于 JXTA 协议的网络称为 JXTA 网络, 网络中对资源的查询速度很大程度上决定整个网络的性能。网络中的所有资源都由公告来表示, 边缘点的公告是以索引的形式存储在集合点上, 成员通过查询相关的公告来发现资源, 公告的查询就是在有关集合点上查找索引的过程。

JXTA 参考实现中给出了索引发布及查询的机制, 使用巡查^[2]服务作为传播查询请求的机制。由于采用索引的固定分布, 巡查的距离经常难以控制, 因此会发生重复性的巡查。改进后索引的动态分布, 可以在一定程度上解决上面提到的问题, 提高了查询效率。

1 索引的发布和搜索

JXTA 网络中的所有资源, 如成员、成员组、管道及服务, 都由公告来表示。集合点是那些允许缓存公告索引(如指向边缘成员缓存的公告)的成员。集合点虽然相对边缘点来说拥有更好的处理能力、网络连通性及稳定性, 但并不能保证它们像传统的服务器一样时刻都在网络中工作。因此, 集合点

之间组成一个松散联系的网络。

对于相对不稳定的 JXTA 网络, 很难维护一个包含所有组内成员的一致性表。当成员组的规模或成员增加^[3]到一定程度(1 000 000 个成员)时, 要维持表的一致性就十分困难。JXTA 的设想接近于非结构网络^[4]中随机巡查(random walker)机制。在一个高度波动环境中, 维持一个一致性分布式索引, 很可能要花费大量时间来更新索引(例如无用索引)而不是执行查询, 其所需的代价超过了它带来的好处。

JXTA 2.0 引入 RPV、SRDI(Shared Resource Distributed Index)以及松散一致的 DHT(Distributed Hash Table)的概念。成员通过 SRDI 服务来发布和查询索引。在查询过程中, 需要利用 RPV 来计算索引在网络中的位置。由于 P2P 网络中节点的不稳定性, 所有集合点中的 RPV 有可能不一致; 即使同一个集合点在不同的时段中, 它的 RPV 也有可能不一致。为了避免维护一个一致性的 RPV, JXTA 2.0 允许 RPV 的不严格一致, 并且引入有限范围巡查机制(limited range walker)来弥补其缺陷。这种策略实际上是在分布式散列表的效率和可维护性两方面之间的折衷。

1.1 索引的发布

图 1 显示如何在集合点上发布一个新的公告索引。点 P1 利用 SRDI 服务向它的集合点 R2 发布一个新的索引。R2 的 RPV 中包含 R1 到 R6 的集合点。R2 使用 DHT 函数(H

收稿日期: 2004-07-20; 修订日期: 2004-12-05 基金项目: 河南省教育厅科学研究项目(2003520256)

作者简介: 赵宗渠(1974-), 男, 河南焦作人, 硕士研究生, 主要研究方向: 网络分布式系统; 庄雷(1963-), 女, 河南郑州人, 教授, 主要研究方向: 计算机网络、自动机理论; 李建春(1976-), 男, 河南新乡人, 硕士研究生, 主要研究方向: 对等网体系结构。

(adv1))将此索引映射到它的一个 RPV 集合点。假设 DHT 函数返回 R5, R2 将把索引提交给 R5。为了增加从 R5 附近提取索引的可能性,以方便在 R5 消失后也可以找到索引,此索引同时向 R5 在 RPV 中的邻居(排序表中 +1 和 -1)复制。

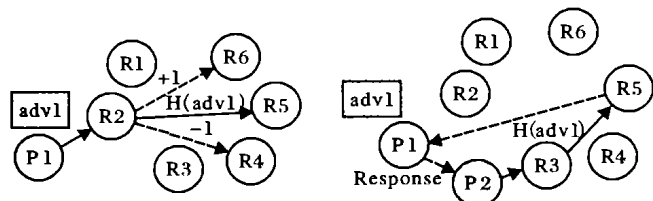


图1 索引的发布

图2 索引的查询(RPV一致)

1.2 索引的查询

索引的查询是 JXTA 网络中解析查询的关键,其过程类似索引的发布。对等点要查找一个公告,它首先将查询请求发送到相连的集合点上。集合点根据请求的内容,利用特定的哈希函数在 RPV 中选择一个和多个集合点,然后将查询请求发送到这些集合点之上。收到查询的集合点(我们称这个集合点为映射点)首先检查自己是否有此索引,如果索引存在,就将此查询请求发送给索引指向的对等点,由目标对等点来响应查询请求。如果在自己的索引列表中没有发现命中,就使用巡查机制来搜索,直到在某一个集合点(称命中点)上找到索引,或者到达 RPV 的尽头。

图2中,边缘点 P2 查找公告 adv1。P2 首先向它的集合点 R3 发出一个解析器请求。R3 利用 SRDI 服务将计算 DHT 函数($H(adv1)$)。如果 R2 和 R3 的 RPV 相同的话,DHT 函数将返回相同的集合点 R5。R3 将把请求送给 R5,然后 R5 将此请求送给 P1 以响应 P2。这便是个 RPV 一致的情况。

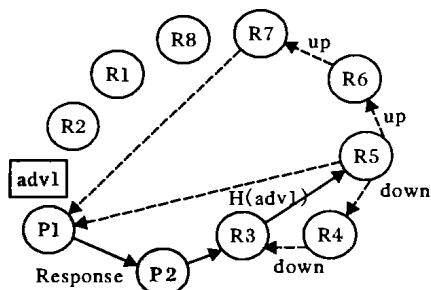


图3 索引的查询(有限范围巡查)

假设 RPV 发生大面积的变化(见图3)。当 R3 接到来自 P2 的查询请求时,它将计算 DHT 函数,并将索引映射到 R5 上。

因为 RPV 发生了重大的变化,所以在 R5 上找不到该索引。这种情况下,可以使用巡查机制继续进行搜索。有限范围巡查用来从映射点到其他集合点的巡查。巡查将在向上和向下两个方向同时进行。有限范围巡查是利用了邻居复制方案中增加存放索引集合点的优点。在我们的例子中,R5 向 R4 和 R6 提交请求。可以用一个路程段计数来指定请求被发送的最大次数。如果 R4 没有该索引,它将向下的 R3 提交请求。同样,R6 向上的 R7 提交请求。当索引在 R7 上被发现,请求会被提交给 P1,并且请求在此方向被中止。向下的巡查将继续,直到请求的路程计数段被用完,或在此方向上没有集合点。

1.3 RPV 的不严格收敛算法

JXTA2.0 在处理 RPV 不一致时,使用的策略是不严格的收敛算法。它并不保证集合点上的 RPV 完全一致,因为维护这种分布式一致性表需要极大的代价,甚至超过使用它带来的好处。RPV 收敛算法的过程是这样的:集合点周期性在其 RPV 中选择一定数目的集合点作为目的地,然后发送一个它

所知道的随机的集合点目录;集合点还发送一个定期信号给它的相邻集合点(RPV 上 +1 或 -1 的位置);集合点在 RPV 中更改和剔除没有响应的集合点,用来使得所有集合点的 RPV 趋于一致。另外,集合点通过接收引导子集合点中的 RPV 信息,也能够加速 RPV 的收敛。但是需要指出的是,收敛的频率应该合适,以避免影响整个网络的效率。

2 索引分布的改进

在当前的 JXTA 实现中,索引一旦被分布,它就一直存储在固定的集合点上,直到过期。由于索引固定地存放在某一个集合点之上,随着 RPV 的改变,存放索引的集合点可能距离查询时计算出的映射点越来越远,这也是使用有限范围巡查的原因。我们可以采取一种方法,让索引出现在最容易被发现的地方,也就是距离映射点越近越好,这样就可以减少巡查的距离。这就是本文所要提出的动态索引分布。

2.1 动态的索引分布

在所有的 P2P 网络中,都会存在一定的混乱度,即节点不可预知的加入和退出。JXTA 网络中虽然使用超节点作为网络的基础,但集合点的行为也不可预知。因此 RPV 的不一致是在任何时候都存在的。由于 RPV 在索引发布和查询时具有决定作用,尽量保持 RPV 的一致显得非常必要。我们将 RPV 的不一致分为两种:第一种是空间上的不一致,即在同一时刻成员组内所有集合点的 RPV 不一致。第二种是时间上的不一致,即索引在发布时使用的 RPV 和查询时使用的 RPV 不一致。当然,前者是产生后者的其中一个原因。

上一节提到的不严格收敛算法,就是针对第一种 RPV 的不一致。对待第二种的 RPV 不一致性,JXTA 2.0 没有提出相关的解决方案。于是,当索引发布时使用的 RPV 与查询时使用的 RPV 不一致时,很可能出现映射点和命中点不相同。对这种 RPV 不一致性,不可能通过像第一种那样采用集合点之间相互通信来解决,也不可能让集合点记住每一个时刻的 RPV 状态。但是,可以通过索引的动态分布来使得索引尽量适应 RPV 的变动。

通过记录遍历的过程,可以减少首次命中和最终命中点之间的距离。假设在命中点之上能够获得映射点的位置(只需要在传递查询中加入映射点的 ID),将索引从命中点转移到映射点。这样相同的查询就能够在映射点之上找到所需索引。例如如图3的情况,当索引从命中点(R7)转移到映射点(R5)后,以后有关于 adv1 的查询就可以在 R5 上直接找到。

另外,还要解决由于索引动态分布引起的其他问题。

1) 索引的震荡。由于集合点中 RPV 的不一致性,删除索引后的命中点有可能在以后的相同查询中成为映射点,然后索引就重新被转移到这个集合点。这样就造成索引的震荡。如果只是简单的复制索引,也会造成索引信息的大量冗余。这里我们采用不完全剔除索引的方法,即命中点将索引复制到映射点的同时,并不是将索引在本地删除,而是把它的失效期减半。这样,它的索引就会加速注销。如果此集合点在以后的相同索引查询时被作为映射点,再将它的失效期加倍,直到原始的失效期。经过这样的不完全剔除,在动态的 JXTA 网络中,索引逐渐分布到查询的映射点之上,极大地减少了巡查的机会。

(下转第 293 页)

2.3 分类分析后的统计分析用于系统诊断

表 1 中试验 1 的数据是我们在解码方法试验中对 5 146 句语音的识别结果进行错误分类和统计后的结果,统计了各类错误的数目以及分布比例。

表 1 863 语音库测试集中八名话者在两次试验中的错误分布比例比较

试验编号	识别率 (%)	错误区域比例 (总数)	解码错误比例 (数目)	声学错误比例 (数目)	语言错误比例 (数目)	声学 & 语言错误比例 (数目)
试验 1	76.7	100 (4 970)	52.8 (2 623)	10.1 (504)	22.7 (1 128)	14.4 (715)
试验 2	78.9	100 (4 628)	43.0 (1 989)	12.0 (555)	27.5 (1 272)	17.5 (812)
错误比例变化(%)	2.2	-6.9	-24.2	9.2	12.8	13.6

2.4 错误区域提取和分类用于语言模型分析

表 2 识别试验语言模型 Trigram 各类型分布百分比统计

统计项目	T1	T2	T3
整个参考文本中语言模型各类型的百分比	16.9	46.1	37.1
语言模型类错误区域对应的参考文本区域中语言模型各类型的百分比	48.2	40.6	11.3
语言模型类错误区域中语言模型各类型的百分比	31.6	51.0	17.4
错误区域对应的参考文本区域中语言模型各类型的百分比	39.0	41.0	20.0

表 2 是对 8 名说话人 5 146 句语音的识别结果进行错误分类后统计错误区域内语言模型信息的结果。语言模型信息经查找语言模型获得。我们在识别时使用的模型为 trigram 模型。T1 表示 trigram 退化成了 unigram,T2 表示 trigram 退化为 bigram,只有 T3 表示完整的 trigram 信息。从统计的结果来看,在发生语言模型类型错误的区域中以及对于整个错误区域,对应的参考文本中 unigram 的比例都很高(48.2%和

从表 1 可以看出,解码错误所占比例较大,提示需要设法改善解码措施。在对解码方法做了修改后的试验 2 中,解码错误的比例下降了 24.2%。对错误类型进行比例统计可以观察错误主要模块来源。

39.0%),即语言模型统计信息严重不足。该项统计指示了识别错误与语言模型的相关性,同时提示开发者,对于错误区域内尤其语言模型错误区域内的词,需要考虑重新增加相应语料进行语言模型训练,以便获得相应足够的语言模型信息,用于提高识别率。

3 结语

本文根据大词表连续语音识别的基本理论公式,导出了错误分类的基本依据,将每个错误区域分类为解码错误、声学错误、语言模型错误、混合错误四大类,建立了错误分类分析的一般方法。实验证明,错误的分类分析有助于诊断识别系统并改进识别系统的缺陷。所建立的方法具有一般性。

参考文献:

[1] CHASE L. Error-Responsive Feedback Mechanisms for Speech Recognizers [D]. Carnegie Mellon University: 1997.65.
[2] YOUNG S, KERSHAW D, ODELL J, et al. The HTK Book (v3.0) [M]. Cambridge University Engineering Department: September 2000.

(上接第 290 页)

2) 过多的冗余。假设集合点中的 RPV 一致性特别差(每一个集合点中的 RPV 都和其他的不同),对于不同集合点发出的相同查询有可能有不同的映射点。根据我们的改进方案,索引将会被复制到许多集合点。这就增加了网络中的索引冗余。最差的情况是在极小的一段集合点中有大量的冗余。我们可以通过引入一个最小复制距离 L 来改善这种情况,即映射点和命中点的遍历距离等于或超过 L 时,我们才采用这种复制。也就是说,在一定距离内的遍历,我们是可忍受的。这个 L 就是在索引冗余度和查询效率之间的折衷。当 L 设定得太小时,就趋向原始 JXTA2.0 规范中的查询机制;而当 L 设定的过小时,可能产生较大的索引冗余。因此,这个 L 应该能够根据不同的网络特性或用户要求进行调整。

2.2 改进后查询效率的分析

查询效率是 JXTA 网络性能的一个重要组成部分,其中一次远程查询的耗时比本地查询高一个数量级,并且随着网络规模的增大,两者耗时的差距不断增加^[5]。由于 P2P 网络本身特性所限,以及 RPV 的不严格一致,索引查询请求在网络中的有限范围巡查不可避免。一个远程查询请求在 RPV 中巡查时,需要消耗大量的网络带宽和机器处理时间,而且这些消耗随着巡查距离的增加而增加。更糟糕的是,在以后同样的查询请求要重复这个过程。

改进后的动态索引分布,目的是减少索引的巡查次数。在最理想的情况下,索引在经过一次巡查后就被复制到映射点之上,以后关于这个索引的查询就由映射点直接返回查询结果。即使在一般的情况下,索引也是向它的映射点方向移动,一定程度上减少了巡查的距离。因此,改进后的查询方案比原来单一的有限范围巡查机制有明显的优势。

参考文献:

[1] TRAVERSAT B. Project JXTA 2.0 Super - Peer Virtual Network [EB/OL]. <http://www.jxta.org/project/www/docs/JXTA2.0protocols1.pdf>, 2003-05.
[2] TRAVERSAT B, ABDELAZIZ M, POUYOULE E. A Loosely - Consistent DHT Rendezvous Walker[EB/OL]. <http://www.jxta.org/project/www/docs/jxta-dht.pdf>, 2003-03.
[3] RATNASAMY S, FRANCIS P, HANDLEY M, et al. A Scalable Content Addressable Network[EB/OL]. <http://netweb.usc.edu/cs51f02/papers/ratnasamy01scalable.pdf>, 2001-05.
[4] LV Q. Search and Replication in Unstructured Peer-to-Peer Network [EB/OL]. www.cs.princeton.edu/~qlv/download/searchp2p_full.pdf, 2002-06.
[5] HALEPOVIC E, DETERS R. The Costs of Using JXTA[EB/OL]. http://bosna.usask.ca/pub/P2P03_Halepovic_CostsOfUsingJXTA.pdf, 2003-10.