

混合 P2P 系统中散播自适应算法的改进

王新生, 龚 华, 郭松梅, 柯铁军

(燕山大学信息科学与工程学院, 秦皇岛 066004)

摘 要: 在混合 P2P 系统中, 散播自适应算法提高了资源搜索的效率。该文针对随机散播算法在资源知名度传播方法上存在的冗余信息和资源知名度一致性之间的矛盾, 提出一种基于节点地址的资源知名度传输方法, 采用资源知名度根据节点地址不进行重复发送的方法, 结果证明该方法比随机散播算法具有更少的传输时间及更低的传输开销。

关键词: 混合式 P2P 搜索; 随机散播算法; 资源知名度

Improvement of Gossip Adaptive Algorithm in Hybrid P2P System

WANG Xin-sheng, GONG Hua, GUO Song-mei, KE Tie-jun

(Dept. of Information Science and Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004)

【Abstract】 In a hybrid P2P system, gossip adaptive algorithm promotes the efficiency of resource search. Against the contradiction in the randomized gossip algorithm between the redundant information in the transmission method and consistency of the resource popularity, this paper introduces a new transmission method based on the node address. The method avoids the duplicate sending upon the node address, which results in less transmission time and cost than randomized gossip algorithm in the experiment.

【Key words】 hybrid P2P search; randomized gossip algorithm; resource popularity

1 概述

在 P2P 网络中, 计算机既是服务或资源的使用者, 也是提供者。它们在网络中处于对等的地位。整个网络一般不依赖于专用的集中服务器。P2P 网络现今在文件共享、视频播放等因特网服务中获得了广泛的应用。当前对 P2P 的研究问题主要集中在搜索性能、信任度、安全性能、激励等问题上, 而其中伴随着 P2P 应用的蓬勃发展, 作为 P2P 应用核心问题的搜索技术备受关注。

P2P 的网络结构分为集中式 P2P 网络、完全分布式 P2P 网络和混合式 P2P 网络 3 种。在集中式 P2P 网络中, 形式上由一个中心服务器来记录共享信息的基本资料, 当其他对等实体对其上内容进行查询时所得到的所需资源的地址和其他信息, 而后对等实体之间建立起通道来进行信息传递。其代表软件为 Napster^[1]。

完全分布式 P2P 网络分为非结构化和结构化 2 类, 完全分布式非结构化拓扑的 P2P 网络随机形成一个松散网络, 这种结构的对等网络容错性能好, 具有较好的可用性, 但是在资源发现的准确性以及可扩展性比较差, 典型代表是 Gnutella^[2]。完全分布式结构化 P2P 网络通过分布式散列函数将输入的关键字唯一地映射到某个节点上, 然后通过特定的路由算法和节点相连接。已有的分布式结构化拓扑的 P2P 网络有 Pastry^[3], Tapestry^[4], Chord^[5]和 CAN^[6]。

混合式 P2P 网络结合了集中式和分布式 P2P 形式的优点, 在分布式模式的基础上, 将用户节点按能力进行分类, 使某些节点担任特殊的任务。混合式 P2P 网络包含 3 类节点: (1) 普通节点, 不具有任何特殊的功能。(2) 搜索节点, 这类节点用来处理搜索请求, 从它们的子节点中搜索文件列表。(3) 索引节点, 这类节点保存可以利用搜索节点信息、搜集状

态信息以及维护网络的结构。Skype^[7]这种即时通信软件就使用了混合式 P2P 网络模式。

2 散播自适应搜索算法的研究

2.1 散播自适应搜索算法概述

最早的混合式搜索算法见于文献[8-9]中所提出的简单混合式搜索架构, 在最初的这种架构中, 关于任何资源的查询都首先以有限深度被洪泛到相邻的 P2P 节点上, 如果洪泛所得到的效果不令人满意, 则重新调用被称为 PIERSearch 的有结构搜索算法来完成对资源的查询。这种搜索架构不仅会导致带宽浪费、响应时间增加, 还可能会出现结果不能命中的后果。

M.Zaharia 和 S.Keshav 于 2006 年提出在混合对等网络中采用 GAH(Gossip Adaptive Hybrid)搜索算法^[10], 采用了一种基于资源知名度的混合搜索。该混合式搜索的主要优点在于结合了洪泛和 DHT 2 类基本搜索算法的优点, 使得对资源的搜索更加快速有效。

在 GAH 搜索算法中, 当一个节点收到从来未曾见过的资源时, 则首先为该资源投掷至多 K 次的硬币, 在第一次遇到硬币反面朝上的时候, 记录下以前硬币正面朝上的次数并不再掷硬币。对于每个节点所拥有的所有资源, 它都通过这种方法来获得相应的值并通过随机散播算法与其他节点进行信息交换以获得对资源知名度的全局一致认识。在任何一次的信息交换中, 节点只取交换和被交换信息中的最大值作为新的存储记录。也就是从概率上讲, 资源在网络中的分布越广, 通过这种算法所得到的资源知名度就会越大^[11]。

作者简介: 王新生(1949 -), 男, 教授、硕士, 主研方向: 计算机网络, 网络安全; 龚 华、郭松梅、柯铁军, 硕士研究生

收稿日期: 2008-10-19 **E-mail:** gonghua008@163.com

当节点要进行资源搜索时，节点首先根据所获得资源知名度与算法中的洪泛阈值 T 进行比较，若该资源所对应的知名度值超过 T ，则被认为是针对知名资源的查询并采用洪泛的方法来实现，若资源所对应的知名度小于 T ，则被认为是针对稀有资源的查询而采用基于 DHT 的搜索方法进行定位。

在该散播自适应搜索算法中，节点在获得了自己所拥有资源知名度之后通过随机散播算法将其值同其他节点进行信息交换。而随机散播算法总是选择其部分邻居节点作进一步转发，当有新的节点加入 P2P 网络时，新的节点通过主动连接邻节点来请求获得最新的资源知名度值，但是随机散播算法会带来资源知名度的重复发送，使其呈指数聚集，而且随机散播算法在减少冗余信息和所有资源知名度都得到一致性维护之间需要权衡。

2.2 基于节点地址的资源知名度一致性算法的提出

为了减少随机散播算法所带来的冗余信息和资源知名度一致性之间的矛盾，本文的思想如下，如果一个节点能够探测到所有邻居节点所拥有对应资源的知名度大小，经过比较后发送报文给其中拥有最大资源知名度的节点，并将其他邻居节点的地址信息添加在报文头部，如果这个节点发现自己的邻居节点的地址信息也存在于报文头部，就不再对这个邻居节点的资源知名度进行比较。当发现邻居节点中有更大的资源知名度值时，再次发送消息报文，直到遍历结束。

如共有 6 个节点，各个节点中所对应的同一资源的知名度分别见图 1，当各个节点针对同一资源的知名度进行信息交换时，节点 1 是发起者，在第 1 轮传输中，节点 1 探测到其邻居节点 0、节点 2、节点 3、节点 4 的资源知名度分别为 2, 3, 1, 5，于是发送消息报文给节点 4，并将节点 0、节点 2 和节点 3 的地址信息添加在报文头部。由于节点 4 的邻居节点 3 包含在消息报头中，节点 4 探测到自己的邻居节点 5 的资源知名度为 7，大于自己，于是将消息报文转发给节点 5，并将自己的地址信息添加在报文头部中，节点 5 探测到自己所有的邻居节点地址信息已经包含在报文头部，于是停止搜索，得到资源知名度的最大值。

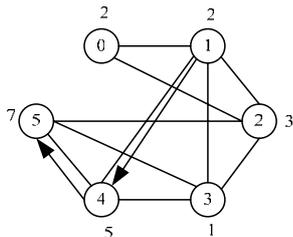


图 1 资源知名度最大值寻找图

在得到资源知名度的最大值之后，需要将其传递给其他各个节点。本文的思想是，如果发送方已知接收方接收过更新信息，则不再发送信息给对方。将每次发送过消息的节点信息记录在报文头部，如果要发送信息节点的地址包含在报文头部，则不进行重复发送。这样更新信息只在未发送的节点之间传播，避免了消息在邻近节点之间的冗余传输。

如上所述，经过搜索，节点 5 拥有的资源知名度最大。传输过程如图 2 所示，节点 5 向其邻居节点 2、节点 3、节点 4 发送资源知名度更新消息，并且将自身和节点 2、节点 3、节点 4 的地址信息存储在更新报文头部，第 1 轮产生消息为 5 到 2，5 到 3，5 到 4。第 2 轮传输中，节点 2、节点 3、节点 4 收到更新消息后，首先检查自己的邻居节点地址信息是

否记录在消息报文的头部，只向没有被记录的邻居节点发送更新消息。第 2 轮产生的更新消息为 2 到 0，2 到 1，3 到 1，4 到 1。这样就大大减少了发送更新消息的条数。节点 0 和节点 1 所收到的消息报文中已经包含了所有节点的地址信息，所以不再进行传输。这样可以有效地减少传输冗余，并且节约资源知名度一致性的维护时间。

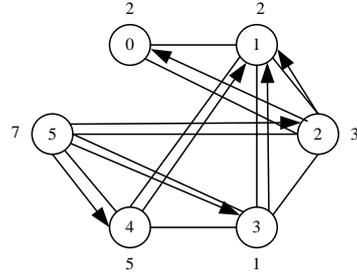


图 2 资源知名度一致性维护图

基于资源知名度一致性维护的消息报文结构如图 3 所示，第 1 部分是要添加的邻居节点 1~节点 n 的地址信息，第 2 部分是要更新的资源知名度值，包括 ID 号、更新版本以及要更新的信息内容。

IP1	IP2	...	IP n	ID	Version	Update Message
-----	-----	-----	--------	----	---------	----------------

图 3 发送的消息报文

此算法在进行资源知名度一致性更新过程中，将已发消息的节点地址信息记录在消息报文头中，在节点发起新一轮的传输时，首先检查自己的邻居节点是否已经存在于消息报文头部，如果已经存在，说明该邻居节点中的资源知名度信息已经被更新，不再向此节点发送，否则就向此节点发送新的资源知名度消息。此算法保存了更新消息的传输路径，使得信息的发送不重复进行。它还使得邻居节点之间的消息不进行传递。发送源可以主动判断哪些节点需要发送信息，从而在源头制止消息的重复传输，节约了发送时间，降低了传输带宽的消耗。

3 实验仿真

根据真实的网络拓扑结构，本文进行的模拟基于一个拥有 $10^2 \sim 10^3$ 节点的 P2P 网络，由于需要同时进行洪泛和 DHT 搜索，因此在进行测试的拓扑网络中主要包括搜索节点。利用 BRUTE 产生节点规模 N 为 1 000 的 P2P 网络模型，节点的加入或离开行为基于对 P2P 网络的实际观察。

当使用随机散播算法进行进一步转发资源知名度时，选择进一步转发的节点比率为 f ，当 f 较小时，随机散播算法的覆盖度低，所以在实际中 f 值过小的随机散播算法是不可取的。本文所提出的基于节点地址的资源知名度一致性维护算法可以获得和随机散播算法一样的节点覆盖率，并且传输时间可能较少。资源知名度传播所需要的传输开销进一步减少，这是基于节点地址的资源知名度一致性维护算法的最大优点。

图 4 是利用 BRUTE 产生的节点规模为 $N=200$ ，网络不同度数情况下的算法比较。由于随机散播算法在 $f=1$ 时等同于洪泛算法，而当 f 值较小时其覆盖度有限，因此取值为 $f=0.4$ 和 $f=0.7$ 。由图可知，基于节点地址的资源知名度一致性算法具有较低的资源传输开销。

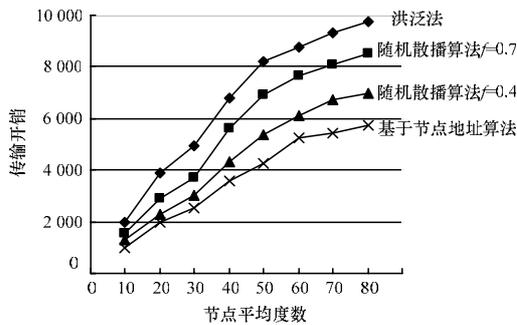


图4 传输开销和节点度数关系

图5是利用BRITE产生的节点规模 N 从100~800的网络模型,比较的是系统规模和资源知名度一致性传输开销之间的关系,其中使用基于节点地址的资源知名度一致性算法的传输开销最小。当 $f=0.8$, $N=800$ 时,其传输开销比洪泛法减少51.4%,比随机散播算法减少了17%。

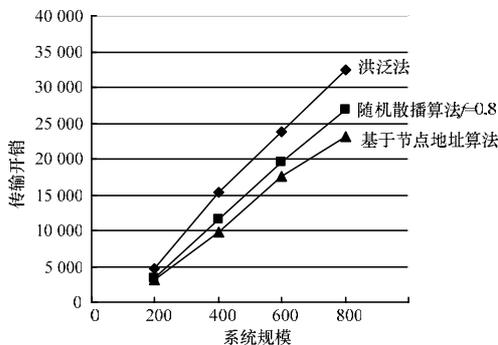


图5 传输开销和系统规模关系

4 结束语

本文在混合P2P网络结构的基础上,针对GAH搜索算法的资源知名度进行随机散播传播机制的改进。由于随机散播算法会带来资源知名度的重复发送,使其呈指数聚集,因此通过更改传输消息的报文来控制重复消息的发送,提出一种基于节点地址的资源知名度一致性维护算法。经过理论分析和实验验证,发现改进算法可以大大减少冗余传输信息的数目,降低了资源知名度一致性的维护代价。

编辑 任吉慧

(上接第96页)

优于传统的信息检索相关测度;并将其作为评论的特征,应用于 c 支持向量机分类算法,能显著提高垃圾评论识别能力。相关测度和 $cVSM$ 模型在中文环境取得较好的效果,容易移植到其他语言环境。

参考文献

[1] Brooks C H, Montanez N. Improved Annotation of the Blogosphere via Autotagging and Hierarchical Clustering[C]//Proc. of the 15th International Conference on World Wide Web. New York, USA: ACM Press, 2006: 625-632.
 [2] 黄萱菁. 基于向量空间模型的文本过滤系统[J]. 软件学报, 2003, 14(3): 435-442.
 [3] Kolari P. Detecting Spam Blogs: A Machine Learning Approach[C]//

参考文献

[1] Naor M, Wieder U. Know thy Neighbor's Neighbor: Better Routing for Skip-Graphs and Small Worlds[EB/OL]. (2005-01-12). <http://www.springerlink.com/content/9n6xn7egfp24ld54/>.
 [2] 黄道颖. P2P网络Gnutella0.6模型的研究[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(6): 208-210.
 [3] Rowston A, Druschel P. Pastry: Scalable, Decentralized Object Location and Routing for Large-scale Peer-to-Peer Systems[C]//Proc. of the 18th IFIP/ACM International Conference on Distributed System Platforms. Heidelberg, Germany: [s. n.], 2001.
 [4] Zhao B Y, Kubiawicz J D, Joseph A D. Tapestry: An Infrastructure for Fault-resilient Wide-area Location and Routing[EB/OL]. (2001-04-02). <http://cs-www.cs.yale.edu/homes/arvind/cs425/doc/tapestry.pdf>.
 [5] Stoica M R, Karger D. Chord: A Scalable Peer-to-Peer Lookup Service for Internet Applications[C]//Proc. of ACM SIGCOMM'01. New York, USA: [s. n.], 2001.
 [6] Ramasamy S, Francis P, Handley M. A Scalable Content-addressable Network[C]//Proc. of ACM SIGCOMM'01. New York, USA: [s. n.], 2001.
 [7] Baset S A, Schulzrinne H. An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol[EB/OL]. (2004-12-02). <http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0412/0412017.pdf>.
 [8] Loo B T, Huebsch R, Stoica I, et al. The Case for a Hybrid P2P Search Infrastructure[C]//Proc. of International Workshop on Peer-to-Peer Systems. La Jolla, California, USA: [s. n.], 2004.
 [9] Loo B T, Hellerstein J M, Huebsch R, et al. Enhancing P2P File-sharing with an Internet-scale Query Processor[C]//Proc. of the 30th International Conference on Very Large Data Bases Conference. Toronto, Canada: [s. n.], 2004.
 [10] Zaharia M, Keshav S. Gossip-based Search Selection in Hybrid Peer-to-Peer Networks[C]//Proc. of the 5th International Workshop on Peer-to-Peer Systems. Santa Barbara, CA, USA: [s. n.], 2006.
 [11] 施晓秋. 非集中式P2P系统中资源搜索与现存问题分析[J]. 计算机工程, 2007, 33(5): 91-93.

编辑 顾逸斐