

一种信任优化搜索的 p2p 节点资源定位算法

孙涛¹ 赵国生² 王斌³

(哈尔滨师范大学实验中心 哈尔滨 150025)¹ (哈尔滨师范大学网络中心 哈尔滨 150025)²
(佳木斯大学信息电子技术学院 佳木斯 154007)³

摘要 传统 HDHT 方法采取信任机制完成异构节点资源定位,在节点选择初期信任尚未建立时,一些处理能力较弱的节点会发生拥塞,从而严重影响到搜索算法的性能。为此,提出一种信任优化搜索的 p2p 节点资源定位算法,其以信任度为基础,建立一个搜索区间,在每一次的搜索过程中,利用 Direct_Search 对搜索方向进行优化,保证每个节点都能沿着信任度最优化方向被搜索,避免在传统算法下由 p2p 网络异构分布造成节点被重复搜索的弊端。实验表明,此算法不仅在信任建立初期可以提高节点的资源搜索效率,并且可以在信任建立以后,提高下载成功率。算法在 p2p 的查询周期平台上得以实现,并通过实验分析了算法的有效性。

关键词 异构网络,信任机制,资源定位

中图分类号 TP393 **文献标识码** A

Trust Optimization Search p2p Node Localization Algorithm

SUN Tao¹ ZHAO Guo-sheng² WANG Bin³

(Experiment Center, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)¹

(Network Center, Harbin Normal University, Harbin 150025, China)²

(College of Information Science & Electronic Technology, Jiamusi University, Jiamusi 154007, China)³

Abstract The traditional method HDHT uses trust mechanism to complete isomerism node location of the resources. When the node selection initial trust is yet not established, some processing power weaker node will generate congestion. Node congestion phenomenon will severely affect the performance of the search algorithm. This paper put forward a trust optimization search p2p node localization algorithm, which is based on credibility, establishes a search interval, in every search process, uses the direct search to optimize the search direction, to ensure that each node can be searched along the trust optimization direction, avoid the disadvantages of repeatedly searching node due to p2p network heterogeneous distribution in the traditional algorithm. Experimental results show that this algorithm not only in the initial trust establishment can improve the node resources search efficiency, but also can improve download success rate after setting up trust. Algorithm can be realized in p2p query cycle platform, and the experimental analysis verifies the effectiveness of the proposed algorithm.

Keywords Heterogeneous network, Trust mechanism, Resource location

1 引言

当前对网络技术^[1,2]领域的分析成为相关学者分析的重点方向,其中资源定位模型是其分析的主要问题,HDHT^[3]模型是基于 DHT 融入层次式思想的资源定位模型,即一种较新的资源定位模型。层次式 DHT^[4-6]是高效率的 p2p 网络资源定位模型,其主要用于处理 p2p 网络中逻辑相近、物理距离却较远的节点,其基于层次式的原理,将节点依据物理距离分割成环,塑造层次式的环,从低端开始搜索待查询的消息,若查询无效,则逐次向上查询,当消息达到目标节点后,完成路由过程。该模型具有查询效率高、准确率高的优势。但是其主要基于 DHT 原理进行查询,导致查询结果单一,无法实

现用户的多样化查询要求。因为无结构的 p2p 网络^[7,8]具有异构排列特征,网络中的节点仅了解邻居节点的资源,无法了解网络中其它节点中的资源排列状态,导致搜索资源具有一定的盲目性。传统的方法^[9-11]大都通过信任机制完善节点资源的定位。但是只依据信任体系,未基于信任选择节点,导致部分具有较低操作性能的节点出现拥塞问题,极大降低了搜索算法的性能。为此,提出一种信任优化搜索的 p2p 节点资源定位算法。

2 p2p 网络资源定位问题描述

当前较为主流的 p2p 网络资源定位原理是:面向网络中的节点,采用网络的共享文件构建网内的邻居节点,确保查询

到稿日期:2012-09-30 返修日期:2012-12-29 本文受黑龙江省教育厅科学研究项目基金(12521146)资助。

孙涛(1979-),博士,讲师,主要研究方向为网络安全,E-mail:suntao@hrbnu.edu.cn;赵国生(1977-),博士,副教授,主要研究方向为网络安全、可信网络、认知计算等,E-mail:zgswj@163.com(通信作者);王斌(1979-),博士,讲师,主要研究方向为网络安全、嵌入式系统。

结果能够从查询信任相关的邻居节点得到相应的查询结果,完成资源的定位,最为常见的方法为 HDHT 方法。

2.1 塑造 HDHT 覆盖网络

在传统 Chord 环上构建拥有两级 Chord 环的覆盖网络,可构建 2DHT,如图 1 所示。图中包含 18 个节点,这些节点按照物理距离分割成不同的二级环,第一个二级环中含有 3 个节点,分别是 e1, e6, e14。

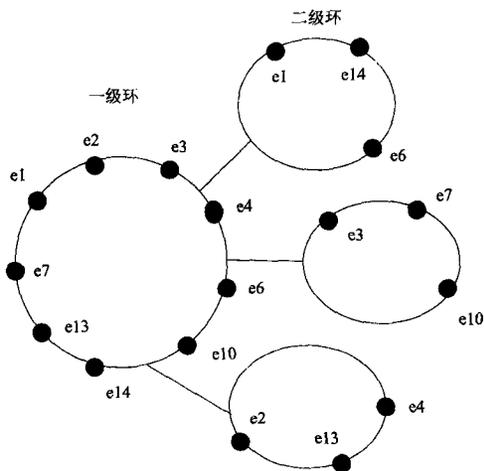


图 1 两层的 HDHT

HDHT 中的各个节点包含两个路由表,一个处于一级 Chord 中,一个处于二级 Chord 环中。在二级环中进行查询,能够提高查询的效率,若不符合查询停止的规范,应将查询转换到二级环中。

2.1.1 塑造节点的共享内容

节点的共享内容用 PeerSCA (Peer Shared-Content Abstract) 表示,如果名是 PeerX 的节点共享 E 个文件,这些文件的名词是 $file_1, file_2, \dots, file_E$, 构建 PeerSCA 的过程为:先采用分词方法采集各个文件的核心词,使得各文件都能获取一个对应的主干词集合,用 $File_SCA$ 表示,第 E 个文件 $File_E$ 的 $FileSCA$ 用 $FileE_SCA = \{FileE_term_1, FileE_term_2, \dots\}$ 表示,则节点 PeerX 的 $PeerSCA = File1_SCA \cup File2_SCA \cup \dots \cup FileE_SCA$ 。该集合的组成元素用 ufn 表示,PeerSCA 中的一个 ufn 会同一个或多个文件具有关联性,同 PeerSCA 中第 i 个 ufn 关联的文件用 $ufni_filelist$ 表示,当一个同 $ufni$ 相关的查询发生时,系统会将 $ufni_filelist$ 的搜索关联的文件当成查询结果。

2.1.2 信任度及信任度邻居的计算

二级 Chord 环中同节点 PeerX 信任度相近的节点即是本地信任度邻居。一级 Chord 环中同节点 PeerX 信任度相近的节点即是远程信任度邻居,其中信任相似函数如式(1)所示:

$$Gum(z_1, z_2) = \sum_{i=1}^4 \gamma_i \prod_{j=1}^i Fug_j(z_1, z_2) \quad (1)$$

式中, $\gamma_i (1 \leq i \leq 4)$, 其具有变化性,有 $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 = 1$, $\gamma_1 \geq \gamma_2 \geq \gamma_3 \geq \gamma_4$, 后者描述了 Gum_1 到 Gum_4 对于整体信任相似度的作用程度逐渐减小。因为第一独立义原描述式描述了一个概念的关键特征,所以应最大化其权值,通常高于 0.5。返回值越大说明相似度高,若返回值是 0,则说明 x 同 y 无任何关联性;若返回值是 1,则说明 x 和 y 完全匹配。分析上述的相似函数公式,可得信任度邻居的定义为:

定义 1(环中的节点 Peer 以及 PeerX) Peer 的 PeerSCA 用 $Peer_PeerSCA$ 描述, PeerX 的 PeerSCA 用 $PeerX_PeerSCA$ 描述, $\forall peer_ufn \in Peer_PeerSCA$ 以及 $\forall peerX_ufn \in PeerX_PeerSCA$, 如果 $sim(peer_ufn, peerX_ufn) \geq 0.5$, 则说明 Peer 以及 PeerX 互为信任度邻居;若 Peer 同 PeerX 都处于相同的二级环,则说明它们是二级环上的信任度邻居($level2_SN$);若它们处于相同的一级环,则说明它们是一级环上的信任度邻居($level1_SN$)。

2.2 缺陷分析

因为无结构 p2p 网络具有异构分布特征,网络中的节点仅能获取邻居节点的信息,无法掌握网络中其余节点的资源排列状态,导致资源搜索具有盲目性。传统的 HDHT 方法大都依据信任机制完善节点资源的定位。但是只通过信任体系,未依据信任选择原始节点,会导致具有较弱操作能力的节点出现拥塞现象,极大降低搜索算法的性能。

3 信任优化搜索的 p2p 节点资源定位算法

依据方向搜索规划的目标是降低节点被重复搜索的概率,每次搜索时,各个节点都按照搜索的方向进行。各节点按照其搜索方向进行搜索的区间称为该节点的查询范围。 n 维拓扑区域 Z 中的节点 E 的搜索范围是一个以搜索源点为顶点的椎体。通过分析二维区间、搜索方向以及搜索范围的明确问题可知,二维区域 Z 中搜索区域是一个以搜索源点为中心的扇形,搜索按照远离搜索源点的方向进行,如图 2 所示。

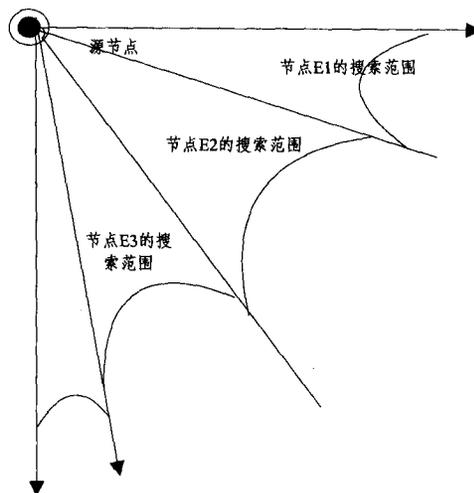


图 2 搜索方向和搜索区域示意图

分析图可得,依据方向的搜索从搜索源节点 O 开始按照搜索源节点指向节点 E_1 的方向进行。因此节点的搜索方向即是搜索源节点 O 到节点 N_1 的射线方向,也就是 E_1 关于搜索源节点 O 的方向。节点 E_1 是节点 E_2 关联查询源节点 O 的查询范围中的一个节点,将节点 E_1 到查询源节点 O 的距离 $|E_1O|$ 同节点 N_2 到搜索源节点 O 的距离 $|E_2O|$ 对比,若 $|E_1O| > |E_2O|$,则表示节点 E_1 处于节点 E_2 关联搜索源节点 O 的查询区域中,否则表示节点 E_1 处于节点 E_2 关联搜索源节点 O 的查询区域外。

3.1 下一跳基于方向搜索节点的选择

分析目前节点的下一跳有关方向搜索节点的过程为:从当前节点的邻居列表中采集一个邻居节点 E ,基于该邻居节

点的坐标和当前节点的查询范围的边界平面方程可得相应邻居节点是否存在于当前节点的查询范围内。若邻居节点 E 处于当前节点的查询范围,则按照该邻居节点的坐标以及当前节点的查询方向直线方程,分析该邻居节点 W 是否处于当前节点的查询方向上。若在搜索方向上,表明该邻居节点满足相应的规范,是当前节点的下一跳搜索节点,否则不是下一跳搜索节点。

3.2 Direct_Search 算法优化

Direct_Search 的原理是将 p2p 网络中的节点映射到二维区域坐标中,该区域坐标中的各个节点都拥有一个二维区域坐标,用于描述其在空间中的位置。总体算法中仅设置一个核心节点,p2p 网络中的各个节点都要同核心节点进行通信,核心节点会为该节点在 p2p 网络的应用层设置一个二维坐标。Direct_Search 通常基于 p2p 中节点坐标完成网络资源的定位。将该二维空间坐标平面划分成 4 个象限,该算法将搜索源节点看成根节点,将 4 个象限内的节点当成叶节点,同时各个象限中形成二叉树,采用二叉树模型进行搜索,这种原理在 Direct_Search 中可解决传递重复搜索消息导致的网络拥塞问题。网络中的各个节点都包含不同的邻居节点,其仅可从其邻居节点中采集消息,无需采集总体网络节点中的消息,这种原理提高了 Direct_Search 的平稳性和扩展性。该算法从起点开始,充分分析网络中邻居节点的信息,对源节点到网络拓扑区域中的各个方向进行平行搜索。Direct_Search 算法的详细过程为:

(1)从源节点开始搜索,源节点按照邻居节点中的信息以及搜索参数分析下一个待搜索的节点、下一个待搜索的范围和下一个待搜索节点覆盖的方向,再进行过程(2)。

(2)若由过程(1)运算出的下一跳节点的数量是 0,则转向过程(4);若通过过程(1)获取的下一跳节点数量不是 0,则将搜索消息传递给“下一跳节点”,再转向过程(3)。

(3)采集到搜索消息的节点从本地文件中采集满足规范的文件,并将相应的结果反馈给源节点,再转向过程(4);如果未查询到满足规范的文件,则转向过程(1),并将获取的结果传递给下一跳节点。

(4)搜索在当前节点覆盖的搜索范围中停止。

(5)搜索在不同搜索范围中被完成时,总体搜索过程停止。

4 实验分析

4.1 实验参数设置

为了验证本文方法的有效性,应进行相应的仿真实验。实验数据来自于某大学的查询周期模型。仿真程序包括 200 个 p2p 节点,其中良好节点和优秀节点 150 个,残差节点 50 个,共有 40 种不同类别的文件。良好节点以及优秀节点在包含相关资源的情况下响应节点查询;残差节点仅在恶意环境中响应节点查询。下载文档时,从残差节点中下载的是次文档,而从良好节点以及有效节点中下载的为有效文档。

4.2 实验仿真

1)分析开始选择节点时,未构建信任情况下盲目选择和使用 HDHT 算法进行选择的响应率差异。

分析图 3 可得,HDHT 算法的响应率高于盲目查询。

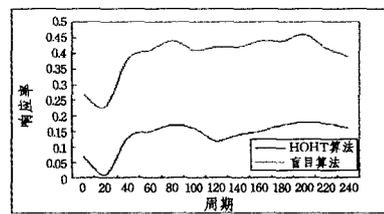


图 3 响应率的比较

2)若 p2p 节点长时间未被访问,则该节点中的能量将减弱。

分析图 4 可得,能量随之周期的扩大而出现大幅度的降低趋势。

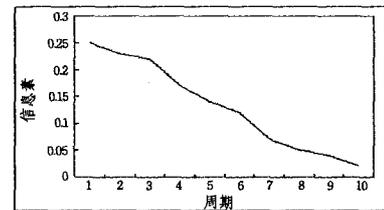


图 4 能量的衰减

3)本文算法能够选择最优方向节点搜索 p2p 网络资源。

分析图 5 可得,本文算法进行 p2p 网络资源查询的下载的成功率和周期具有正相关性,表明本文算法能够增强文档下载的成功率。

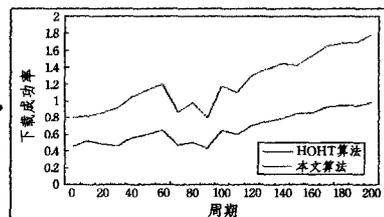


图 5 本文算法的改进

4)节点选择机制:随着资源查找的进行,节点对于资源下载的信任值也不断增加。当信任值达到一定的阈值后,本文算法能够依据优秀节点进行直接的资源查询。

分析图 6 可得,当信任值满足相应的阈值时,本文算法进行资源查询的下载成功率高于采用传统的 HDHT 的下载成功率。

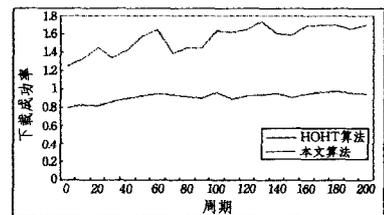


图 6 本文算法的下载成功率

结束语 提出一种信任优化搜索的 p2p 节点资源定位算法,其以信任度为基础,在每一次的搜索过程中,每个节点都能沿着信任度优化搜索方向进行,这样可以避免 p2p 网络异构分布造成的节点被重复地搜索的弊端。仿真实验表明,此算法不仅在信任建立初期可以提高节点的资源搜索效率,并且可以在信任建立以后,提高下载成功率。该算法在 p2p 的查询周期平台上得以实现,并通过实验分析了算法的有效性。

(下转第 112 页)

析协商策略的基础上,能够在属性集合中找到最小非自由属性性子集。

参 考 文 献

- [1] Santos N, Krishna P. Towards Trusted Cloud Computing[A]// HotCloud'09 Proceedings of the 2009 conference on Hot topics in cloud computing, 2009[C]. CA, USA: USENIX, 2009: 22
- [2] Armbrust, Michael, Fox, et al. A view of cloud computing[J]. Communication of the ACM, 2010(4): 50-58
- [3] Trusted Computing Group. Trusted Computing Platform Alliance main specification version 1. 1b [EB/OL]. <http://www.Trustedcomputinggroup.org>, 2011-11
- [4] Trusted Computing Group. Trusted Computing Platform Alliance main specification version 1. 2 [EB/OL]. <http://www.Trustedcomputinggroup.org>, 2012-08
- [5] Brickell E, Chen Li-qun, Li Jiang-tao. A New Direct Anonymous Attestation Scheme from Bilinear Maps[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2008(4968/2008): 166-178
- [6] Chen Li-qun. A DAA scheme requiring less TPM resources[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2011(6151): 350-365
- [7] 周彦伟, 吴振强, 蒋李. 分布式网络环境下的跨域匿名认证机制[J]. 计算机应用, 2010(08): 2120-2124
- [8] Haldar V, Chandra D, Franz M. Semantic Remote Attestation-A Virtual Machine directed approach to Trusted Computing[A]// USENIX Virtual Machine Research and Technology Symposium [C]. 2004
- [9] Chen Li-qun, Löhr H, Manulis M. Property-Based Attestation without a Trusted Third Party[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2008(5222): 31-46
- [10] 刘吉强, 赵佳, 赵勇. 可信计算中远程自动匿名证明的研究[J]. 计算机学报, 2009(7): 1304-1310
- [11] Bender A, Katz J, Morselli R. Ring Signatures; Stronger Definitions, and Constructions without Random Oracles[J]. Journal of Cryptology, 2009(1): 114-138
- [12] Zou De-qing, Du Shang-xin, Zheng Wei-de, et al. Building Automated Trust Negotiation architecture in virtual computing environment[J]. Journal of Supercomputing, 2011(1): 69-85
- [13] 陈小峰, 冯登国. 一种多信任域内的直接匿名证明方案[J]. 计算机学报, 2008(07): 1122-1128
- [14] Brickell E, Chen L, Li J. A New Direct Anonymous Attestation Scheme from Bilinear Maps[C]// LNCS 4968. Springer-Verlag, 2008: 166-178

(上接第 73 页)

参 考 文 献

- [1] Xiong Li, Liu Ling. PeerTrust: supporting reputation-based trust for Peer-to-Peer electronic communities [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004, 6(7): 843-857
- [2] Kamvar S, Scholsser M, Garcia-Molina H. The EigenTrust algorithm for reputation management in P2P networks [A]// Proc. 12th Int'l World Wide Web Conf [C]. New York: ACM Press, 2003: 640-651
- [3] Kamvar S D, Schlosser M T. EigenRep: Reputation management in P2P networks [C]// Lawrence S, ed. Proc. of the 12th Int'l World Wide Web Conf. Budapest: ACM Press; 123-134
- [4] Colorni A, Drigo M, Maniezzo V. Distributed Optimization by Ant Colonies [C]// Proc of the 1st European Conf Artificial Life. 1991: 134-142
- [5] Colorni A, Drigo M, Maniezzo V. An Investigation of some Properties of an Ant Algorithm [C]// Proc of PPSN '92. 1992: 509-520
- [6] 寒文, 王怀民, 贾焰, 等. 构造基于推荐的 Peer-to-Peer 环境下的 Trust 模型[J]. 软件学报, 2004, 15(4): 571-583
- [7] 李俊青, 潘全科, 王文宏, 等. 蚁群优化在 P2P 网络防范 DDoS 攻击中的应用研究[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(1): 339-341
- [8] 于真, 郑少峰, 王少杰, 等. P2P 信任模型研究[J]. 小型微型计算机系统, 2009, 30(9): 1715-1719
- [9] 李绍滋, 王挺, 周昌乐. 基于蚁群算法的非结构化 P2P 信息检索[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(8): 99-103, 139
- [10] 余智华. Peer-to-Peer 信任模型中的恶意行为分析[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(13): 18-21
- [11] 王新生, 李学, 贾冬艳. 基于蚁群算法的非结构化 P2P 资源搜索机制[J]. 计算机工程, 2009, 35(7): 189-190, 194

(上接第 79 页)

- [2] Vaze C S, Varanasi M K. The Degree-of-Freedom Regions of MIMO Broadcast, Interference, and Cognitive Radio Channels With No CSIT [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2012, 58(8): 5354-5374
- [3] Nosrat-Makouei B, Andrews J G, Heath R W. User Arrival in MIMO Interference Alignment Networks [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2012, 11(2): 842-851
- [4] Gui Xin, Kang Gui-xia, Zhang Ping. Linear Precoding Design in Multi-User Cognitive MIMO Systems with Cooperative Feedback [J]. IEEE Communications Letters, 2012, 16(10): 1580-1583
- [5] Xie Xian-zhong, Zheng Pin-lian, Gang Qu. Delay-Tolerance SLNR Precoding to Mitigate Inter-cell Asynchronous Interference [J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2010, 28(1): 1-7
- [6] Zhang Hong-yuan, Mehta N B, Molisch A F. Asynchronous Interference Mitigation in Cooperative Base Station Systems [J]. Wireless Communications, IEEE Transactions, 2008, 7(1): 155-165
- [7] Lee K-J, Lee I. MMSE Based Block Diagonalization for Cognitive Radio MIMO Broadcast Channels [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2011, 10(10): 3139-3144
- [8] Park H, Park S-H, Lee I. Weighted Sum MSE Minimization under per-BS Power Constraint for Network MIMO Systems [J]. IEEE Communications Letters, 2011, 16(3): 360-363
- [9] 胡智伦, 何世彪, 张新春, 等. 认知无线电中基于干扰温度的信道容量及中断概率[J]. 重庆理工大学学报: 自然科学版, 2010, 24(6): 83-88