

基于 Super-node 结构的 P2P 网络的信誉评价系统

陈 蕾¹, 徐爱庆²

(1. 江南大学理学院, 无锡 214000; 2. 南京财经大学应用数学系, 南京 210046)

摘要: 针对基于 Super-node 结构的 P2P 网络提出了一个新的简单的信誉评价系统。该系统除了能根据其它对等点的反馈信息来建立对等点之间的信任关系外, 还能帮助识别一些恶意对等点, 从而保证整个 P2P 网络的正常运行。

关键词: P2P 网络; 信誉; 对等点; 评价; Super-node

Reputation Evaluation System for P2P Network Based on Super-node Structure

CHEN Lei¹, XU Aiqing²

(1. Science School, Southern Yangtze University, Wuxi 214000;

2. Dept. of Math & Application, Nanjing Finance & Economic University, Nanjing 210046)

【Abstract】 This paper proposes a new reputation evaluation system for P2P network based on super-node structure. This system not only can help to build trust between peers based on the feedback from other peers, but also can detect malicious peers to maintain the P2P network in proper operation.

【Key words】 P2P network; Reputation; Peer; Evaluation; Super-node

现今网络中有几款比较流行的 P2P 系统, 如纯 P2P 系统 Gnutella 和 Freenet。所有的节点都要扮演资源查找和下载的角色, 另外如混合 P2P 系统 Napster, 它的搜索功能在集中的目录服务器中实现, 而下载仍然是以点对点的方式进行。更进一步的还有基于 super-node 的网络架构系统 KaZaA (现今最流行的文件共享系统之一), 它是纯 P2P 和混合 P2P 系统的有机结合。但 P2P 网络由于自身体系结构的特殊性, 还需要解决自己特有的一些安全问题。其中最为主要也倍受国内外关注的就是对等点之间的信任问题。社会网络中个体的信任度取决于他的信誉, P2P 网络中, 对等点之间的交互也会留下“信誉”信息, 这些“信誉”信息可以作为对等点是否可以信任的依据。

那么, 如何来评价某个对等点的信誉呢? 目前国内外已经设计出多种信誉评估系统, 但这些系统都是针对纯 P2P 系统的。它们的大致流程都是(假设 A 为提出文件需求的对等点, B 为提供相应文件的对等点): (1) 发送一个文件需求请求; (2) A 收到一份满足它文件需求的对等点的名单; (3) A 根据信誉值评价标准选择一个可信任的对等点 B; (4) A 根据接收的文件质量给出相应的反馈信息来更新 B 的信誉值。但这些系统都不适应于类似于 KaZaA 这样的基于 super-node 的 P2P 网络。因为基于 super-node 的 P2P 网络是通过 super-node 来控制信息交换的, 对等点之间无法直接传递管理信息。

本文提出了一个针对基于 super-node 结构的 P2P 网络的信誉评价系统。该系统主要根据收到的文件的准确性和质量来确定对等点的信誉值。利用该系统可以使对等点最大程度地满足自己的需要, 同时也可避免一些恶意结点的攻击。

1 基于 Super-node 结构的 P2P 网络

基于 Super-node 结构的 P2P 网络是在一组节点中选择出

一个性能最优的节点作为 Super-node, 这一组节点和 Super-node 一起以混合 P2P 结构模式进行组建, 即该组节点中的成员信息都存放在 Super-node 中。而在整个的 P2P 结构中, 拥有很多个这样的组, 每个组中的 Super-node 在总体结构中, 以纯 P2P 结构的形式相连接。具体的网络图形如图 1 所示。

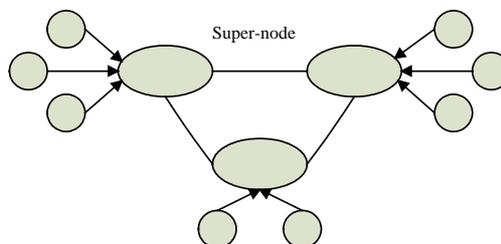


图 1 基于 Super-node 结构的 P2P 网络

2 信誉评价系统

2.1 规定和假设

为了描述的方便本文首先作如下规定:

- (1) P_i : 表示对等点 i ;
- (2) $F(i, j)$: 表示 P_i 从 P_j 处下载的文件;
- (3) $F(i, *)$: 表示 P_i 从其它对等点处下载的文件;
- (4) $F(*, j)$: 表示其它对等点从 P_j 处下载的文件;
- (5) $R^f(i, j)$: 表示 P_i 对 P_j 所提供的文件 F 的满意度;
- (6) $Sup(i)$: 表示 P_i 所在组的 Super-node。

同时为了研究方便, 暂且假设 Super-node 本身是绝对安全的, 它可以处理任何数据。同时也暂且假设通信链路上可以采用某种加密机制保证数据的安全性, 即确保这些数据不

作者简介: 陈 蕾(1979 -), 女, 硕士, 主研方向: 网络信息安全; 徐爱庆, 硕士

收稿日期: 2005-12-22 **E-mail:** muzi0222@163.com

被破坏和篡改(这些不在本文讨论的范围之内,有待以后作进一步的研究)。

2.2 信誉值的计算

当 P_i 从 P_j 处下载完文件 F 后, P_i 要对 P_j 提供的服务进行满意度评估。如果对文件的质量满意,则令 $R^F(i,j)=1$;如果由于通信故障导致传递没有成功,则令 $R^F(i,j)=0$;如果对文件的质量不满意,则令 $R^F(i,j)=-1$ 。网络中每个对等点都拥有4个数据,称为该对等点在交互过程中留下的“信誉”信息,这些数据用 $REP(P_i)$ 来表示,被 $Sup(i)$ 所存储。这些数据的定义如下:

- (1) $F^+(i,*)$:表示 P_i 从其他对等点处下载到的满意的文件;
- (2) $F^-(i,*)$:表示 P_i 从其他对等点处下载到的不满意的文件;
- (3) $F^+(*,j)$:表示其他对等点从 P_j 处下载到的满意的文件;
- (4) $F^-(*,j)$:表示其他对等点从 P_j 处下载到的不满意的文件;

从 $F^+(i,*)$ 、 $F^-(i,*)$ 可以看出网络的“健康”状况(对等点对文件下载的满意情况),从 $F^+(*,j)$ 、 $F^-(*,j)$ 可以看出对等点提供文件共享的情况。同时这4个数据满足如下关系式:

$$F^+(i,*)+F^-(i,*)=F(i,*)\forall i$$

$$F^+(*,j)+F^-(*,j)=F(*,j)\forall j$$

为了确保系统的准确性,每个组的Super-node必须及时地更新这些“信誉”信息,更新的步骤如图2所示。

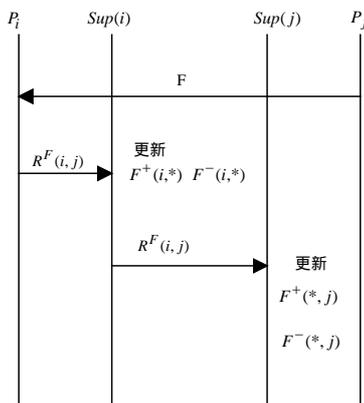


图2 “信誉”信息的更新步骤

当 $Sup(i)$ 接收到 $R^F(i,j)$,它将更新 $F^+(i,*)$ 和 $F^-(i,*)$,然后继续将 $R^F(i,j)$ 传给 $Sup(j)$,由它来更新 $F^+(*,j)$ 和 $F^-(*,j)$,更新方法如下:

$$\begin{aligned} \text{If } R^F(i,j)=1 \text{ then} \\ F^+(i,*) &= F^+(i,*)+Size(F) \\ F^+(*,j) &= F^+(*,j)+Size(F) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{If } R^F(i,j)=0 \text{ then} \\ F^+(i,*) &= F^+(i,*) \\ F^+(*,j) &= F^+(*,j) \\ F^-(i,*) &= F^-(i,*) \\ F^-(*,j) &= F^-(*,j) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Else } R^F(i,j)=-1 \text{ then} \\ F^-(i,*) &= F^-(i,*)+Size(F) \\ F^-(*,j) &= F^-(*,j)+Size(F) \end{aligned}$$

当某个对等点第1次加入P2P网络时,所有的“信誉”信息将初始化为0,随着该对等点的参与,它的“信誉”信息也会随时更新。每个组的Super-node每隔一定的周期就要将 $REP(P_i)$ 传给组中的对等点,这个周期不能太长,否则会影响“信誉”信息的准确性,也不能太短,否则会增加网络负载。为了保证“信誉”信息不被篡改,Super-node可以使用数据签名等方式。

有了“信誉”信息,系统就可以利用它们来计算对等点的信誉值,对等点 P_j 的信誉值用 RB_j 来表示,本文采用的计算方法如下:

$$RB_j = \frac{F^+(*,j)-F^-(*,j)}{F^+(*,j)+F^-(*,j)} = \frac{F^+(*,j)-F^-(*,j)}{F(*,j)} \quad \text{if } F(*,j) \neq 0$$

$$RB_j=0 \text{ otherwise}$$

显然 RB_j 属于 $[-1, 1]$ 中的任意实数, RB_j 越大则信任度越高,当 $F^-(*,j)=0$ 时 $RB_j=1$;当 $F^+(*,j)=0$ 时 $RB_j=-1$ 。利用此标准,当某个对等点发出文件请求并收到满足其要求的对等点的候选名单后,就从中选择 RB_j 最大的那个来为它服务。

此外利用这个选择标准,还可以帮助Super-node区别一些恶意对等点。比如比较 $F(i,*)$ 和 $F(*,i)$,如果 $F(i,*) \gg F(*,i)$,那么就说明该对等点一定是只下载资源而不共享资源的对等点,称作free rider。Super-node可以通过停止或减少为它的服务来鼓励和促进free riders也为其它对等点提供服务,避免P2P网络出现资源饥渴现象。

2.3 系统流程

系统流程如下:

- (1)发送一个文件 F 请求给超级节点 $Sup(i)$;
- (2)收到满足请求的对等点的列表;
- (3)根据上述的评选标准,选出一个合适的对等点;
- (4)下载文件 F ;
- (5)给出反馈信息 $R^F(i,j)$, $Sup(i)$ 和 $Sup(j)$ 更新“信誉”信息。

3 总结

本文提出了一个针对基于Super-node结构的P2P网络的信誉评价系统。该系统使用4个简单的数据——“信誉”信息来计算信誉值,计算简单、系统开销较小。该系统除了能对信誉进行评估以外,还可以识别出恶意对等点如free-riders,以便采取相应的措施来加以防范。当然该系统在实际应用过程中,还需要不断补充和完善自身的体系结构,比如Super-node自身的安全性,“信誉”信息和信誉值的不可篡改性等,这些都有待以后作进一步的研究。

参考文献

- 1 Za K. AWebsite[EB/OL]. <http://www.kazaa.com>1.
- 2 蔡 晟,王泽兵,冯 雁.基于Super-peer的对等网络研究[J].计算机应用研究,2004,21(6):258-260.
- 3 张京楣,张景祥.P2P网络安全的信任模型研究[J].计算机应用研究,2003,20(3):76-77.
- 4 门 涛,文 军.Peer-to-Peer网络信誉评价体系的设计[J].西华大学学报(自然科学版),2005,24(3):18-21.
- 5 Gupta M, Judge P, Ammar M. A Reputation System for Peer to Peer Networks[C]. Proc. of the 13th International Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video, Monterey, California, USA, 2003.
- 6 Xiong L, Liu L. Peer Trust: Supporting Reputation-based Trust for Peer to Peer Electronic Communities[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004, 16 (7): 843-857.
- 7 Rafaeli S, Hutchison D. A Survey of Key Management for Secure Group Communication[J]. ACM Computing Surveys, 2003, 35(3): 309-329.
- 8 Gummadi K, Dunn R J, Saroiu S, et al. Measurement, Modeling, and Analysis of a Peer to Peer File Sharing Workload[C]. Proc. of ACM Symposium on Operating Systems Principles, New York, USA, 2003.