

JXTA 网络路由机制研究

黄道颖¹, 史利华¹, 张安琳¹, 陈慧¹, 张安琴²

(1. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001;

2. 中国建设银行江苏分行 信息技术部, 江苏 南京 210002)

摘要: JXTA 的技术手册中对 JXTA 的路由协议进行了描述, 但并未对其中关键的防火墙、NAT 穿越实现问题进行详细介绍, 这导致在利用 JXTA 技术开发、部署 P2P 网络应用时, 在穿越防火墙和 NAT 时面临困难. 针对 P2P 路由面临的问题, 探讨了使用 Relay 技术实现 JXTA 网络防火墙、NAT 穿越以及路由表的组织维护等问题, 同时给出了使用 JXTA ERP 协议搜索有效路由的例子.

关键词: P2P 网络; JXTA; Relay 中继节点; 路由机制

中图分类号: TP311 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-476X.2013.02.020

Research on JXTA network routing mechanism

HUANG Dao-ying¹, SHI Li-hua¹, ZHANG An-lin¹, CHEN Hui¹, ZHANG An-qin²

(1. College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. Information Technology Department, China Construction Bank of Jiangsu Branch, Nanjing 210002, China)

Abstract: The Manual describes the routing protocol of JXTA, but doesn't introduce the key implement about passing through Fire Wall and NAT, which has trouble passing through them in JXTA P2P development and distribution. Aiming at this problems faced by P2P routing, how to use JXTA Relay technology across the network barriers, routing table maintenance and other issues were analyzed and studied, and the example of search for effective routing using JXTA ERP protocol was given.

Key words: P2P network; JXTA; Relay peer; routing mechanism

0 引言

P2P 路由和传统 IP 网路路由技术都是用来解决相应网络中, 如何确定源与目的节点间消息传输路径问题. 但由于其在网络体系结构中所处位置的不同, 导致两者路由技术存在差别: 1) 两者工作的层次不同, P2P 网络路由面临网络层和传输层对应用层通信的各种障碍^[1] (如防火墙, NAT 等); 2) 传

统网络 IP 路由是相对稳定的, 而 P2P 网络中路径维持时间则很短, 路由变化较快, 这就要求 P2P 路由能自适应频繁变化的网络环境; 3) IP 路由由专用的、特殊的的路由器设备来存放路由表, 实现路由查找和消息转发, 而 P2P 路由是分散路由, 每个 P2P 节点拥有路由模块来维护各自的路由表, 查找各自的路由. 因此 P2P 路由所要解决的关键技术有: 1) 如何解决网络的防火墙、NAT、协议不兼容等问

收稿日期: 2013-01-08

基金项目: 国家科技支撑计划基金项目 (2006BAK01A38); 河南省杰出青年科学基金项目 (0612000600); 郑州市科技计划项目 (112PPTGY249-7)

作者简介: 黄道颖 (1967—), 男, 河南省信阳市人, 郑州轻工业学院教授, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为计算机网络体系结构、分布式计算系统.

题, 即其路由技术如何冲破防火墙、NAT 等的限制问题; 2) 如何寻找可用路由, 并且维护节点的路由表. 由于节点的频繁加入和退出, 这样就需要采用特定的路由算法来查找新的可用路由, 且需要很好的路由更新机制; 3) 如何在路由表中选择最佳路由, 即使用某种技术让逻辑路径和实际路径结合起来, 从而达到最优路由^[2].

JXTA 技术制定一组协议专门解决构建 P2P 网络所遇见的问题, 由于 JXTA 的技术手册中并未对 JXTA 的路由协议中关键的防火墙、NAT 穿透实现问题进行详细介绍, 这就导致利用 JXTA 技术开发、部署 P2P 网络应用时, 在穿越防火墙、NAT 时面临困难, 因此本文针对上述问题进行研究. 并给出了一个可行的解决方案.

1 JXTA 中的 Relay 技术

对等网络中防火墙和 NAT 是节点间的通信阻碍. 防火墙通常配置为过滤到除 HTTP 外所有的东西, NAT 指内部网络的计算机在进行对外访问时通过地址转换将内部 IP 转化成对外 IP, 使外部节点无法查询内部主机及资源^[1]. 采用中继节点 Relay 来解决网络出现的上述问题. Relay 的功能是暂存防火墙外节点发送来的消息, 等待防火墙内的目的节点来读取, 从而为它们建立连接. Relay 节点的工作原理可以用图 1 来说明.

图 1 中 Peer1 和 Peer2 在防火墙或 NAT 的外面, Peer3 处于两者内部. JXTA 技术为解决通信问题, 在节点配置时将 Peer2 设置成为中继节点.

由 Peer3 主动发起与 Peer1 通信不受防火墙和 NAT 的影响, 两者可以直接连接, 不需要 Peer2 的参与, 即可完成整个通信过程. 但 Peer1 主动与 Peer3 进行连接时, 由于防火墙或 NAT 的存在, 两者无法

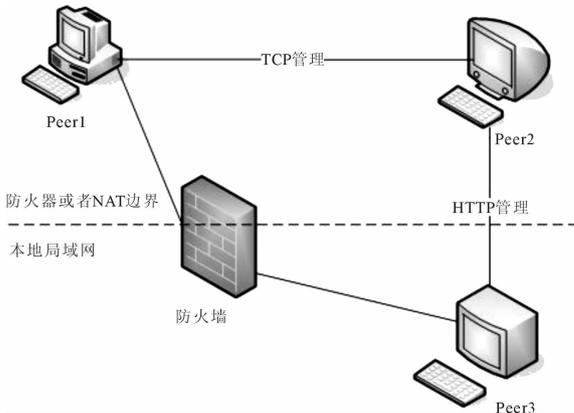


图 1 中继节点的桥接作用

直接建立通信连接. 解决问题的方法是 Peer3 通过发现协议查找中继节点 Peer2 并将它加入自己的中继列表, 定时向它发送命令来获取信息. 2 个节点进行通信时, Peer1 先将请求连接信息发给 Peer2, Peer2 进行存储, Peer3 定时发送 GET 命令来获取信息, 这样 Peer1 的请求就传给了 Peer3, Peer3 根据信息与 Peer1 直接建立管道连接并通信.

穿越协议不兼容障碍跟上述过程差不多, 由 Peer2 完成 Peer1 与 Peer3 之间协议的转换. 比如 Peer2 桥接了一个 TCP 管道和一个 HTTP 管道. 总体而言 JXTA 网络中, 中继节点成为不同物理网络或者使用不同协议的节点间通信的桥梁.

2 Relay 的选取和实现机制

JXTA 网络中 Relay 的生成跟集合点有着类似的方法. 不在防火墙/NAT 等障碍后的节点可以在平台配置时选择成为 Relay, 这些节点必须允许接收其他节点发起的连接并发送消息. 与集合点不同的是, 所有节点加入 JXTA 网络, 必须要选择集合点连接或者自己成为集合点. 但 Relay 不是每个节点都必需的, 只有在防火墙/NAT 等障碍后的节点才需要借助 Relay 节点进行通信.

JXTA2. 6 中 Relay 部分的配置代码如下所示^[2]:

```

NetworkManager MyManager = newNetworkManager
(NetworkManager. ConfigMode. Relay, Name, Configura-
tionFile. toURI() );//
NetworkConfigurator MyCf = MyManager. getConfigurator
(); //
MyCf. setUseMulticast( false ); MyCf. setTcpPort( TcpPort.
Relay );
MyCf. setHttpPort( HttpPort. Relay ); MyCf. setTcpHttpEn-
abled( true );
MyCf. setTcpHttpIncoming( true ); MyCf. setTcpHttpOutgo-
ing( true );

```

节点在设置成中继节点后会在对等组内发布广告, 以便组内成员发现并加入自己的中继列表, 进行连接和信息中继.

Relay 的实现机制为: Relay 功能由 Relay 节点本身和节点共同协作完成. Relay 用消息队列存放需中继的消息, 然后等待各目的节点发送请求来获取自己的信息. 因为节点有可能随时退出网络, 所以 Relay 维护一个租期控制器 Lease Manager 实现消息队列租期的 Lease 机制. 租期有时间限制, 表明

Relay 需要维护这个队列的时间,也表明节点在这段时间的状态信息.每个活动节点都必须定期更新在 Relay 中的 Lease,以防消息队列过期而被取消. Relay 也会不断检查每个节点的 Lease,若相应 Lease 过期且没有收到新的更新,则认为该节点已离开,不再处理向其发送的信息并删除其消息队列.

Relay 具体实现机制可用图 2 来说明.

防火墙和 NAT 经常被设置成只允许内部 Peer 主动发起连接请求.在图 2 中,Peer1 和 Peer2 节点位于防火墙的内部,中继节点 Relay 位于防火墙外部,且在 JXTA 网络形成之初,就被配置为中继节点,并由网络运营商(或 JXTA 网络应用开发者)保持常在线运行,其 IP 地址作为周知 seed 节点内嵌在 JXTA 网络应用中.中继节点 Relay 为 Peer1 和 Peer2 维护其消息队列,当目的节点认为它们的信息到达时,Relay 接收并存储直到它们发起 GET 命令来获取或相应的 Lease 到期.节点在退出网络前,需定期更新消息队列的 Lease,否则会因租期截止而影响对 Relay 的使用.

3 JXTA 路由表组织和实现机制

基于 JXTA 技术制定的协议中端点路由协议,专门解决路由查找、路由更新及最优路由选择问题.由于工作层次、网络状态、实现设备不同,JXTA 路由与传统路由有很大的区别.

JXTA 路由是一种分散路由,每个路由节点都有自己缓存的路由表,这与传统网络路由器设备集中管理和操作不同.JXTA 网络中各节点缓存的有效路

由表由几个子路由表组成. 1)直连路由(directRoute)可以直接建立通信而不需要由 Relay 进行中继的节点构成的路由表,一般由刚刚通信过的节点组成,是各路由表中效率最高的路由表. 2)多跳路由(routedRoute)指消息需要经过多个中继节点的转发才能到达目的节点.路由的来源有 3 个:通过 ERP(endpoint route protocol)协议查找;用发现服务从路由管理控制器(routeCM)得到;从转发消息头部获得路由信息. 3)路由控制管理(routeCM)JXTA 中主要路由表存放对象,用于添加维护路由信息通告,有新路由的出现便会添加,可使用发现服务来访问节点的路由缓存.

通过比较,三种路由效率由高到低,这也决定三种路由查询顺序不同.当 Peer 中路由模块收到请求时,先确认本节点是否为目的节点:若不是的话,则按照子路由表项中 directRoute → routedRoute → routeCM 的顺序进行搜索,在任意一处查到所需的路由,则停止查找并返回路由响应;若仍没有找到所需路由,则需要使用 ERP 技术,产生和发送路由请求来获取新的路由信息^[3].

4 JXTA ERP 协议及实现机制

ERP 位于 JXTA 协议簇的最底层,与节点解析协议 PRP 一起,为节点提供了在 JXTA 网络中进行连接、路由、发送和接收消息所需的最小限度的功能.它定义了一组路由服务处理的请求/查询消息来实现路由查找功能.路由请求报文(RQM)用于了解消息到达目的 Peer 途径的中间序列,还可以提取

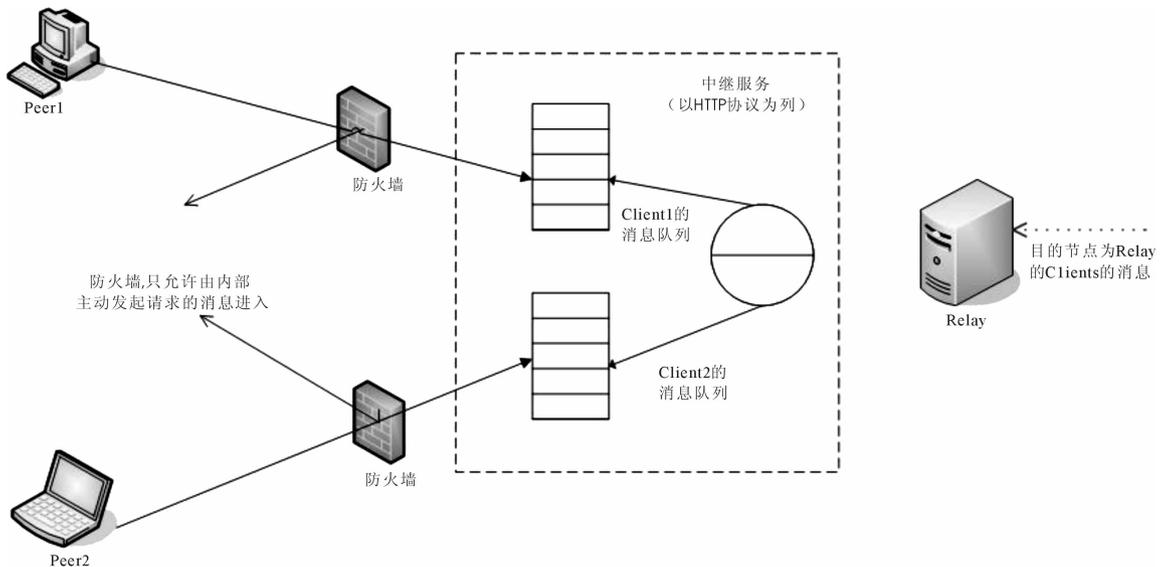


图 2 Relay 的实现机制

端点路由信息来得知另外 Peer 的存在. 向已知的节点和集合点发送路由请求信息, 消息每经过一个节点, 节点的端点服务会在消息上留下该节点的信息, 如名称、ID 等, 这样可用于循环检测, 防止重发, 节约网络资源, 还可以记录新的路由. 路由响应报文 (RRM) 用来响应 RQM 信息, 其中包含了到目的节点的路由信息. 两者报文有助于 JXTA 中有效路由的查找.

JXTA 利用 ERP 技术查找可用路由过程如图 3 所示.

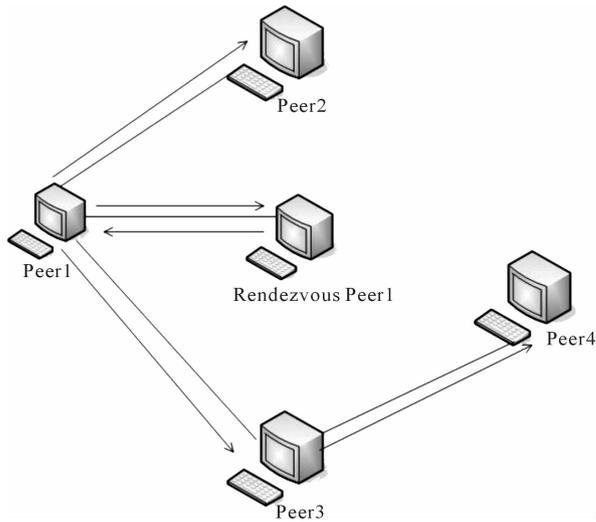


图 3 路由查找过程

1) Peer1 想与 Peer4 进行通信, 前提是知道 Peer4 的详细信息, 于是 Peer1 向所有已知的普通节点及集合点发送路由请求报文 RQM, 以便确认到 Peer4 的路由. 2) Rdv1 可以查自己的集合点列表视图 RPV 表, 若查到 Peer4 的路由, 则会向 Peer1 发送路由响应报文 RRM, 里面包含到目的节点的路径. 若没有, 则向它所知道的其他的集合点发送, 重复此过程, 直到搜索到可用路由或者超过响应时间丢弃不作响应. 3) Peer2 查看自己的缓存路由信息, 若

有则回复响应报文, 没有则按照 1) 操作进行. 4) Peer1 收到 RRM 后, 将路由信息添加到要发给 Peer4 的消息中, 然后发到返回路由第 1 个 Peer 地址, 图中为 Peer3. 5) Peer3 收到信息, 确认路由中下一个 Peer, 增补到消息中, 然后进行转发. 6) Peer4 收到信息确认自己为目的节点, 使用相应服务从端点路由信息中读取原始信息, 然后两者建立管道进行通信.

JXTA 路由通过此过程将路由表组织完成. 通过有效的拓扑匹配算法 (时延统计向量算法) 与 JXTA 平台相结合, 将逻辑网络与物理网络实现对应, 保证路由表各路由的效率^[4]. 路由控制管理将定时更新路由表, 添加新的路由路径, 删减已失效的路由, 从而确定路由表项的有效性. 综上所述, JXTA 路由技术可以解决 P2P 路由遇到的系列问题.

5 结语

JXTA 制订一组协议可以解决构建 P2P 网络中所出现的问题, 大大推进 P2P 技术的研究. 本文利用 JXTA 中继节点 Relay 来完成网络中通信障碍 (防火墙、NAT、协议不兼容等) 的穿越; 利用 ERP 协议找到可用路由; 划分 3 个子路由表, 并确立各自的更新机制从而进行维护; 由于子路由效率的不同, 根据查询顺序可以在路由表中选择最佳路由.

参考文献:

- [1] RFC3235, Network Address Translator (NAT) Friendly Application Design Guidelines[S].
- [2] JXTA Java Standard Edition V2.5, Programmer Guide[S].
- [3] 张琳. JXTA 路由机制的研究与监测[J]. 北京: 邮电大学学报, 2004(3): 15.
- [4] 许斌. JXTA-Java P2P 网络编程技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.