

# 一种 SIP 穿越 NAT 的新方法

邹益民, 杜 江

(重庆邮电大学 计算机科学与技术学院, 重庆 400065)

**摘 要:** NAT 使得 SIP 端到端的通信变得非常困难, 文章分析了几种 SIP 穿越 NAT 方法及其不足, 提出了一种基于最短路径的 NAT 穿越方法 SPNT(Shortest Path for NAT Traversal). 其基本思想是根据 SIP 终端和代理服务器之间的信令交互, 判断终端所在网络的 NAT 类型, 代理服务器对不同的 NAT 类型采用不同的方式实现 SIP 信令穿越, 而媒体流的穿越则通过终端进行媒体地址的连通性检测, 使终端之间能够动态的建立最短的媒体数据连接. 该方法在不改变现有 NAT 的情况下, 在应用层实现了对所有 NAT 的有效穿越, 避免了单独使用某一方法而带来的缺陷.

**关键词:** SIP; NAT; SPNT

**中图分类号:** TP393.03; TP37

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2008)10-0210-04

## A New Solution to Traversal NAT Based on SIP

ZOU Yi-min, DU Jiang

(College of Computer Science, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** The NATs caused the SIP end-to-end application to become extremely difficult. In this paper we analyzed several kinds of method of NAT traversal for SIP and their pitfalls, proposed a solution SPNT(Shortes Path for NAT Traversal). The basic idea is that the proxy judges the NAT type which the SIP device is behind through the information interacting between the proxy and the SIP device, It takes different methodology to traverse the NAT by the NAT type for the SIP signaling, and the shortest associated media data path between the devices are dynamic established by the connectivity checks to the media addresses. This solution can traverse all NATs in the application layer not changing the existing NAT, and avoids the pitfalls of using any of the other methods alone.

**Key words:** SIP; NAT; SPNT

### 1 引言

SIP 是一个用来控制媒体会话建立、修改、终止的信令协议<sup>[1]</sup>. 媒体会话能够包含各种实时数据, 例如声音、影像以及实时讯息. SIP 是一个简单的基于纯文本的信令协议, 而实际数据传输是通过 RTP (Real Time Protocol)来实现的.

NAT 作为一种 IP 地址复用的解决方案, 有效的解决了 IP 地址不足的问题, 但同时它也给 VoIP (Voice over Internet Protocol)和其他实时传输业务带来了新的问题, 那就是信令和媒体流如何穿越防

火墙. NAT 只允许私网中的终端初始化会话, 所以位于 NAT 后的 SIP 终端可能可以发起会话, 但不能接收会话. 另外, 由于基于信令的多媒体传输是一个两段式传输, 当通信双方中任何一方位于 NAT 之后, 就会造成媒体会话连接的失败. 目前也有很多方法被用来解决上述问题, 如 STUN、TURN、Connection-oriented media、ICE 等<sup>[2-5]</sup>, 但是这些方法有的不适合所有类型 NAT 的穿越, 有的是以增加网络流量和服务器负担的方式来完成 NAT 穿越. 基于传输效率的考虑, 文中提出了一种新的 NAT 穿越方法 SPNT, 能够让位于多种类型或多级 NAT

**收稿日期:** 2008-04-12

**基金项目:** 重庆市科委基金项目(CSTC20072003)

后的 SIP 终端以最短的媒体会话路径进行通信。

2 基于最短路径的 SPNT

2.1 SPNT 方法描述

SPNT 是一种基于最短路径的 NAT 穿越方法,基于传输效率的考虑,SPNT 尽最大努力让通信双方建立一条直接的媒体数据连接.这样就会减少传输时延,降低丢包率并减少开销.SPNT 方法分为两个阶段:

首先,当用户向代理服务器注册时,如图 1 所示.代理服务器对 via 域中的 IP 地址和收到的 Register 消息的源地址进行比较,如果相同则该终端位于公网,否则代理服务器将用其另外的一个 IP 和端口向 Register 消息包的源地址发送 NAT check 包,如果得到回应,则说明该终端最外层的 NAT 为全锥型 NAT,否者为其他类型的 NAT.代理服务器将对终端 Register 消息包的传输层地址、via 域中的传输层地址以及 NAT 的类型进行记录和存储,其中 NAT 的类型包括: none、fullcone、others 分别对位于公网、全锥型和其他类型的 NAT 后面的终端进行标记.同时对于位于 NAT 后的终端,代理服务器会周期性的发送 Keep alive 包以保持 NAT 端口绑定的有效性。

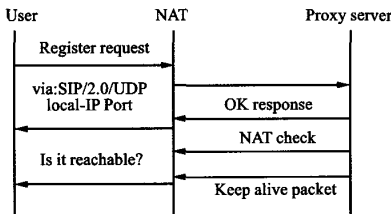


图 1 SIP 终端注册流程

第二阶段,当终端要建立一次呼叫时,它首先向代理服务器发送 INVITE 请求,代理服务器查找通信双方注册时的信息,根据通信双方 NAT 的情况,选择对应的方式使通信双方建立最短的媒体通信连接。

2.2 SPNT 在各种 NAT 组合中的应用

根据代理服务器中记录的通信双方的 NAT 的类型和终端的外部地址,下面分 5 种情况说明(文中仅利用 RTP 媒体会话的建立进行说明,RTCP 与 RTP 建立方式相同)。

(1) 通信双方同时位于公网中,这是一种比较简单情况,不在讨论。

(2) 通信双方中有一方位于公网,而另外一方

则位于 NAT 后.在这种情况下,利用 Connection-oriented media 方式进行媒体会话的建立。

当呼叫方位于 NAT 后,如图 2 所示.代理服务器对 INVITE 消息进行修改,在 SDP 中增加一个“a:direction active”属性,当被叫方收到此消息时,将忽略 INVITE 消息中 SDP 描述的 RTP 地址信息,同时发送带有“a:direction passive”的回应,并且在没有收到 RTP 包的之前,不允许发送任何 RTP 包。

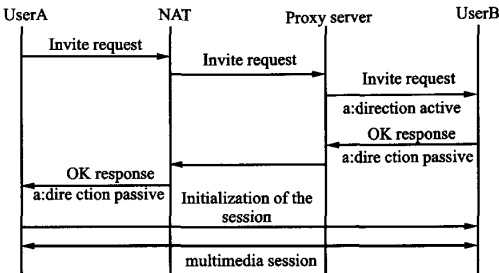


图 2 呼叫方位于 NAT 后

当被叫方位于 NAT 后,如图 3 所示.代理服务器对 INVITE 消息进行修改,在 SDP 中增加一个“a:direction passive”属性,当被叫方收到此消息时,发送带有“a:direction active”的回应,同时根据 INVITE 消息中 SDP 描述的 RTP 地址信息,首先向呼叫方发送 RTP 包。

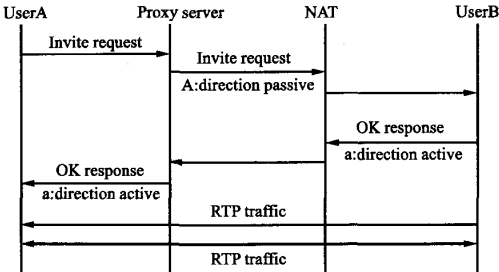


图 3 被叫方位于 NAT 后

(3) 通信双方中存在一方位于全锥型 NAT 后

当通信的双方同时位于 NAT 后,但其中有一方位于全锥型 NAT 后,如图 4 所示.当代理服务器收到 INVITE 消息,并检测到通信双方都位于 NAT 后时,就以本服务器为呼叫方构造新的 INVITE 消息,同时在代理服务器上分配媒体中转地址 MRA (Media Relay Address)和相关资源用于媒体会话的中转.当代理服务器收到被叫方回应后,构造一个新的回应到呼叫方。

通信双方以代理服务器为中继,建立媒体会话(此过程和 TURN 协议相似).当代理服务器完成一

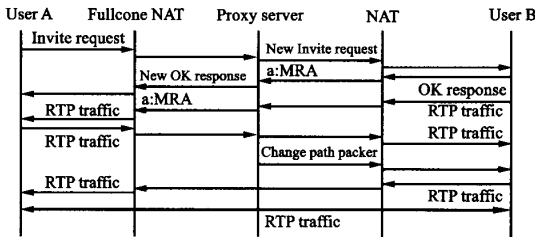


图 4 通信双方中其中存在一方位于全锥形 NAT 后  
次(此参数可以设定)中转后,记录下位于全锥形 NAT 后终端的媒体会话地址,并将其包含在 Change path packet 包中,发送给另外一方.另外一方利用该媒体会话地址直接发起连接,连接建立后媒体流就在两个终端之间进行直接传输.在一段时间之后,服务器将收回之前分配的用于该媒体会话中转的服务器资源.

(4) 通信双方位于同一个 NAT 后

当代理服务器收到 INVITE 消息后,分别检索呼叫方和被叫方的注册信息,若发现两者有相同的外部地址相同.则返回 Invite direct 包,同时携带被叫方用于接收连接的私有地址和端口.呼叫方再次构造带有“a: direction passive”属性的 INVITE 消息,并把代理服务器返回的被叫方的私有地址作为目的地址进行连接.如果连接成功就会按照 Connection-oriented media 的方式进行媒体会话的建立.这里的在 INVITE 消息中加入“a: direction passive”属性是很有必要的,因为即使呼叫方利用被叫方的私有地址建立了信令连接,也不能保证媒体会话一定能够成功,比如: User A 位于多级 NAT 后, User B 和 User A 不位于同一个子网,而是和 User A 所处网络的某一级 NAT 处于同一个子网.这时虽然能建立信令连接,但当 User B 利用 User A INVITE 消息中的媒体会话地址进行连接时,就会导致媒体会话连接失败(这个时候 User A 和 User B 的位置关系和一方位于 NAT 后,一方位于公网的情况相似).连接建立过程如图 5 所示.

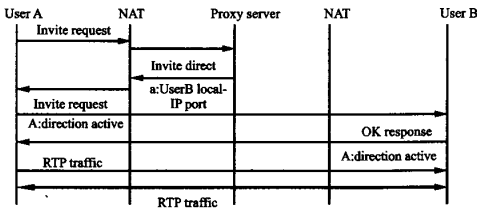


图 5 通信双方位于同一个 NAT 后

(5) 通信双方分别位于两个非全锥形 NAT 后  
下面举一个非常极端条件下的例子,通信双方

的外部地址相同,但不在一个子网,且都位于多级 NAT 后,并且第二级 NAT 同为对称型 NAT,如图 6 所示.图中省略了第一级 NAT. INVITE 消息的发送过程和上面我们所述的通信双方位于同一个 NAT 后的情况相同,等待超时后, User A 再次发送 INVITE 消息到代理服务器,当代理服务器收到 User A 的第二次 INVITE 消息后,会利用自己的地址加上“a: MRA User A local-IP port”属性构造新的 INVITE 消息,同时分配媒体中转地址 MRA 和相关的资源.被叫方收到该消息后,首先对 User A 的私有地址信息通过发送 Connectivity check 包进行连通性检测.如果 User A 和 User B 所在网络的某一级 NAT 处于同一子网,则会得到回应,但此时 User A 和 User B 是位于不同的两个平行 NAT 后,超时后, User B 向代理服务器发送回应信息,代理服务器构造新的回应到呼叫方.这样通信双方以代理服务器为中继,建立媒体会话连接[6].

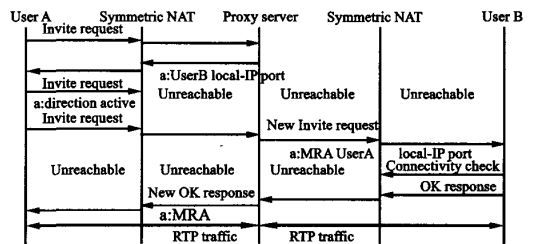


图 6 通信双方分别位于两个对称型 NAT 后

当通信双方分别位于两个非全锥形 NAT 后,且具有不同的外部地址时,其媒体会话建立过程和上面的例子相同.只是在建立信令连接时,不再进行直接连接的尝试,而采用代理服务器中转的方式建立信令连接和媒体会话连接.

### 3 算法分析及实验结果

#### 3.1 代理服务器

为了判断通信双发的位置关系,建立最短的媒体会话路径,代理服务器必须执行一个高效的算法,如图 7 所示,其中判断条件如表 1 所示.

其中 NATtypeA、NATtypeB 分别表示通信双方的 NAT 类型;AddExtA、AddExtB 分别表示通信双方的外部地址;Connectivity=no 表示代理服务器在发送完 Invite direct 包后又成功接收了该呼叫的 INVITE 和 OK response 消息(也就是两终端具有相同的外部地址,但却不能相互连通的情况),反之亦然.

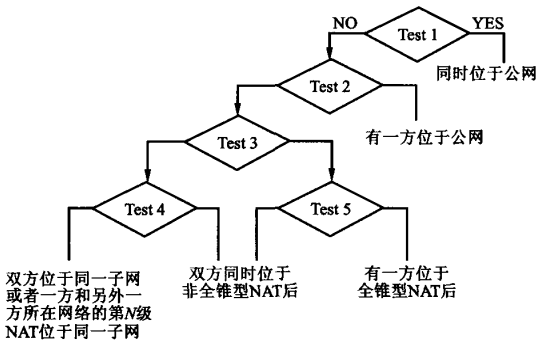


图7 代理服务器执行算法流程

表1 判断条件

Test	条件描述
Test 1	NATtypeA = none AND NATtypeB = none
Test 2	NATtypeA = none OR NATtypeB = none
Test3	AddExtA = AddExtB
Test4	Connectivity = no
Test5	NATtypeA = full OR NATtypeB = full

3.2 实验结果

为了验证基于最短路径的 NAT 穿越方法 SP-NT 的优越性,文中设计了几种典型的测试案例,并对 PC-to-PC 的 SIP 通话进行了实际测试。(1)双方同时位于公网;(2)一方位于公网,另外一方位于公网用户;(3)有一方位于全锥型 NAT 后,另外一方位于非全锥型 NAT 后;(4)有一方和另外一方的上级 NAT 处于同一子网;(5)双方位于同一子网;(6)双方位于非全锥型 NAT 后,且并不位于同一子网。

对于标准的 SIP 终端,只会在(1)的情况下才能正常工作。而 SPNT 被证明在这几种情况下都是有效的;并且对于 STUN 协议在(3)、(6)和部分(4)(比如,终端最外层为对称型 NAT)的情况下,将会导致媒体会话致连接失败;对于 TURN 协议和 ICE 方式在(3)、(4)、(6)的情况下,会采用转发的方式<sup>[7]</sup>,而 SPNT 只有在(6)的情况下才会转发媒体流。同时在媒体会话建立时,SPNT 比 ICE 方式减少了终端之间的信令交互次数,从而减少了网络流量并缩短了会话建立时间。

4 结束语

文中针对 SIP 穿越 NAT 存在的问题,在分析

了目前几种主要的穿越方法的基础上,提出了一种基于最短路径的穿越方法 SPNT,并且尽最大努力在终端之间直接建立数据通道。通过仿真试验表明,在不改变现有 NAT 的情况下,SPNT 对所有的 NAT 都能进行有效的穿越。下一步,将重点对 SP-NT 的安全问题,以及其在大型网络中的应用做进一步的研究。

参考文献:

[1] Rosenberg J, Schulzrinne H, Camarillo G, et al. SIP: session initiation protocol[S]. RFC 3261, 2002.

[2] Rosenberg J, Weinberger J, Huitema C, et al. STUN - simple traversal of user datagram protocol (UDP) through network address translators (NATs) [S]. RFC 3489, 2003.

[3] Rosenberg J, Weinberger J, Mahy R, et al. Traversal using relay NAT(TURN)[EB/OL]. (2003-10-28)[2007-12-10]. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-rosenberg-mideom-turn-03.txt>.

[4] Yon D. Connection-oriented media transport in SDP[EB/OL]. (2003-03-14)[2007-12-11]. <http://www.tools.ietf.org/html/draft-ietf-mmusic-sdp-comedia-05>.

[5] Rosenberg J. Interactive connectivity establishment (ICE): a methodology for network address translator (NAT) traversal for the session initiation protocol (SIP)[EB/OL]. (2004-02-16)[2007-12-09]. <http://www.jdrosen.net/papers/draft-ietf-mmusic-ice-01.txt>.

[6] Rosenberg J, Schulzrinne H, Weinberger J. An extension to the session initiation protocol (SIP) for symmetric response Routing[S]. RFC 3581, 2003.

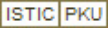
[7] Yun-Shuai Yu, Ce-Kuen Shieh, Wen-Shyang Hwang, et al. An efficient NAT traversal for SIP and its associated media sessions[C]// Computer Symposium. Taiwan, China, 2004:15-17.

作者简介:

邹益民 男,(1983-),硕士研究生.研究方向为信息安全、IP 和宽带网络技术。

杜江 男,(1969-),硕士,副教授.研究方向为信息安全、IP 和宽带网络技术等。

# 一种SIP穿越NAT的新方法

作者: 邹益民, 杜江, ZOU Yi-min, DU Jiang  
作者单位: 重庆邮电大学计算机科学与技术学院, 重庆, 400065  
刊名: 微电子学与计算机   
英文刊名: MICROELECTRONICS & COMPUTER  
年, 卷(期): 2008, 25(10)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(7条)

1. Yun-Shuai Yu;Ce-Kuen Shieh;Wen-Shyang Hwang An efficient NAT traversal for SIP and its associated media sessions 2004
2. Rosenberg J;Schulzrinne H;Weinberger J An extension to the session initiation protocol (SIP) for symmetric response Routing 2003
3. Rosenberg J Interactive connectivity establishment (ICE):a methodology for network address translator (NAT) traversal for the session initiation protocol (SIP) 2007
4. Yon D Connection-oriented media transport in SDP 2007
5. Rosenberg J;Weinberger J;Mahy R Traversal using relay NAT(TURN) 2007
6. Rosenberg J;Weinberger J;Huitema C STUNsimple traversal of user datagram protocol (UDP) through network address translators (NATs) 2003
7. Rosenberg J;Schulzrinne H;Camarillo G SIP:session initiation protocol 2002

## 引证文献(1条)

1. 张科. 李俊. 吴磊 基于OSGi的Jabber即时通信客户端设计与实现[期刊论文]-微电子学与计算机 2009(12)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wdzyjsj200810061.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wdzyjsj200810061.aspx)