# ICE通话建立过程

收集本地信息->发送offer->对方接收offer->对方收集本地信息->

2.1 初始请求的发送

(1)A 从本地接口上获得主机候选地址（Host Candidates）192.168.1.22: 8484；

(2)发送STUN 绑定请求到STUN 服务器获得服务器反射候选地址(Server Reflexive Candidates)202.199.112.102: 61866；

(3)发送TURN 分配请求到TURN 服务器获得中继候选地址(Relay Candidates)202.199.112.105: 5006，同时也获得了服务器反射候选地址202.199.112.102: 62072。

这些候选地址是随后可能用于接收媒体流的地址。

计算候选的优先级。设置主机候选的类型优先参数为最高值126，服务器反射候选的类型优先参数为100，中继候选的类型优先参数为最低值0。本地参数设为65 535，分组ID为1。经计算，主机候选的优先级为2 130 706 431，服务器反射候选的优先级为1 694 498 815，中继候选的优先级为16 777 215。按候选优先级高低排序。分配主机候选的基础(Foundation)属性为1，服务器反射候选的基础属性为2，中继候选的基础属性为3。

按中继候选、服务器反射候选、主机候选次序选择默认候选(该候选包含了默认用于接收媒体流的地址和端口)，由于A 获得了中继候选，因此优先选择连通概率较大的中继候选202.199.112.105:5006 作为默认候选。

将默认候选的 IP 地址和端口编辑进SDP 的c 行和m 行，并添加收集到的3 个候选地址到a 属性，形成发送请求Offer，通过信令信道传给B，请求消息内容如下所示，修改的参数和添加的属性值用粗体显示。

v=0

o=UserA 2890844526 2890842807 IN IP4 192.168.1.22

s=

c=IN IP4 **202.199.112.105**

t=0 0

a=ice-pwd:asd88fgpdd777uzjYhagZg

a=ice-ufrag:8hhY

m=audio **5006** RTP/AVP 0

b=RS:0

b=RR:0

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=candidate:1 1 UDP 2130706431 192.168.1.22 8484 typ host

a=candidate:2 1 UDP 1694498815 202.199.112.102 61866 typ

srflx raddr 192.168.1.22 rport 8484

a=candidate:3 1 UDP 16777215 202.199.112.105 5006 typ relay

raddr 202.199.112.102 rport 62072

2.2 应答的发送

当 B 收到请求，就知道了A 所处的拓扑环境(反射候选和主机候选地址不同，说明A 处于NAT 后)。B 执行和A 相同的操作，收集候选，计算候选优先级，设置基础(Foundation)属性，选择默认候选，进行SDP 编码，并发送应答消息Answer 给A。这样A 也知道B 所处的拓扑环境了，反射候选和主机候选地址不同，说明B 也处于NAT 后。应答消息内容如下所示：

v=0

o=UserB 2808849004 2808849004 IN IP4 172.16.10.102

s=

c=IN IP4 202.199.112.105

t=0 0

a=ice-pwd:YH75Fviy6338Vbrhrlp8Yh

a=ice-ufrag:9uB6

m=audio 49152 RTP/AVP 0

b=RS:0

b=RR:0

a=rtpmap:0 PCMU/8000

a=candidate:1 1 UDP 2130706431 172.16.10.102 8484 typ host

a=candidate:2 1 UDP 1694498815 202.199.112.87 63756 typ srflx

raddr 172.16.10.102 rport 8484

a=candidate:3 1 UDP 16777215 202.199.112.105 49152 typ relay

raddr 202.199.112.87 rport 63768

决定代理角色。由于A 和B 都是Full 型代理，且A 是请求的发起端，因此A 充当控制代理（Controlling Agent），B 为被控制代理(Controlled Agent)。A和B 开始对候选进行配对。A, B 各有3 个候选，A, B 各选1 个候选组成对，共有9 个对。由于不能从服务器反射选和中继候选发送请求，因此剪掉冗余对，A, B 每一方只剩下3 个对，即从主机候选分别到对端的主机候选、服务器反射候选、中继候选。

计算候选对的优先权并对候选对排序。对于控制代理A而言，按优先级排序候选对，形成检查列表所示。

对于被控制代理B，同样也计算候选对的优先级，并按优先级排序，形成自己的检查列表。

检查列表的次序决定了将来连通性检查的次序。设置检查列表中最高优先级对的状态为等待态，其余对为冻结态。

2.3 连通性检查

B 开始它的连通性检查。B 依次从检查列表移出最高优先级对，对的状态由等待态迁移为进行态(这同时会触发次高优先级对转换为最高优先级对，状态由冻结态变为等待态)，开始连通性检查。对第1 个对从本地候选172.16.10.102: 8484到远程候选192.168.1.22: 8484 发送STUN绑定请求([RFC5389])，由于远程候选处于NAT 后是私有的，不能被路由，检查失败。对第2 个对执行连通性检查，当数据包抵达NAT A 时，NAT 会发现传输地址202.199.112.102: 61866 已经映射202.199.112.108: 3478 了。而此时STUN请求的源地址并非202.199.112.108: 3478，所以数据包必然会被NAT A 丢弃。

对第 3 个对执行连通性检查。由于远程候选等于中继候选，为了有效利用带宽，应从本地候选172.16.10.102: 8484 向远程候选202.199.112.105: 5006 发送信道绑定请求[5]。请求中指出了信道号0x4001 及通信对端A 的地址，请求到达TURN 服务器，绑定成功。该绑定的成功，激励其学习对端反射候选202.199.112.102: 62072，经该反射候选到达对端A，然后产生了一个成功的响应，A 的检查终于成功。B 产生了一个新的对(202.199.112.105: 49152,202.199.112.105: 5006)，该对被增加到有效列表，媒体流分组的ICE 处理迁移到完成态。至此B 可以利用信道0x4001发送媒体流分组到A 了。

当 A 收到应答后，也按照候选对的优先级次序开始自己的连通性检查。和B 类似，也失败了。当A 一收到B 检查成功的消息，马上开始触发检查,在信道绑定请求中指定信道号0x4002 以及对端B 的地址。由于A 是控制代理，在检查里可包含USE-CANDIDATE 属性执行强制提名算法，结果检查也成功了。代理A 产生了一个新的对(202.199.112.105:5006, 202.199.112.105:49152)，该对被增加到有效列表，并设置提名标志(nominated flag)为TRUE，媒体流分组的ICE 处理迁移到完成态。A 可以通过信道0x4002 发送媒体流到B。

至此，通过该算法最终找到了媒体流传输的有效候选对，对应的最优路径也就随之确定了。由于有效候选是公网地址，因此通过该路径媒体流可顺利穿越NAT。