



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

一站式体验 腾讯云音视频及融合通信技术

2019.8.24



LiveVideoStack
— 音视频技术社区 —



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

腾讯云PCDN加速方案

Rocalzhang 张鹏

腾讯高级工程师



LiveVideoStack
— 音视频技术社区 —



Rocalzhang

腾讯XP2P负责人，毕业于华中科技大学，技术涉猎广泛，曾在创新工场旗下做过游戏开发，2014年起在月光石网络科技担任CTO，开始研发视频P2P技术，在过去的几年里，一直深耕P2P技术，攻克P2P技术难题。

腾讯云X-P2P是业内领先成熟的P2P产品，其中多个产品线均已成熟，包括不同平台、不同延迟场景下的P2P直播、点播P2P等，现已推广到斗鱼、企鹅电竞、英雄联盟等直播平台使用，经受住了大流量阅兵活动直播、赛事直播的考验。随着腾讯云视频P2P技术的不断完善，有了新的发展和意义，在此分享给大家。

CONTENTS



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

01 / XP2P简介
peer-to-peer对等网络

02 / XP2P产品功能
为企业减负，为观众增收

03 / XP2P的应用场景
直播、点播、大文件分发

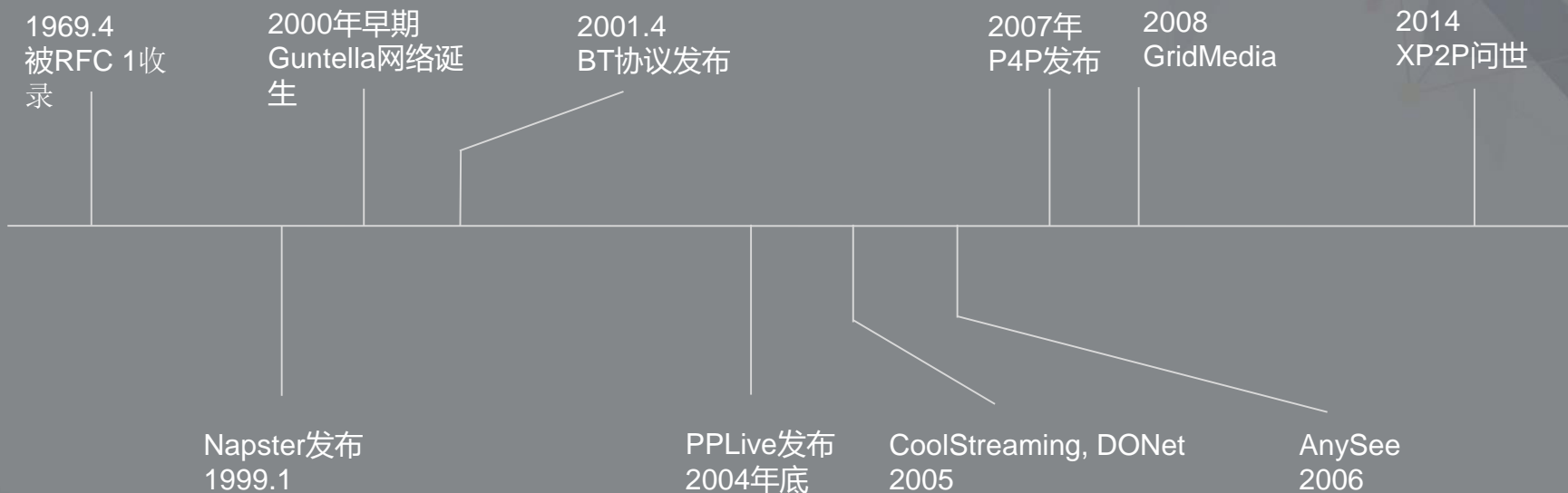
04 / XP2P的思考与展望
大有可为

P2P发展历史



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



更省成本、更流畅：业界领先的低延时P2P方案



北京
2019

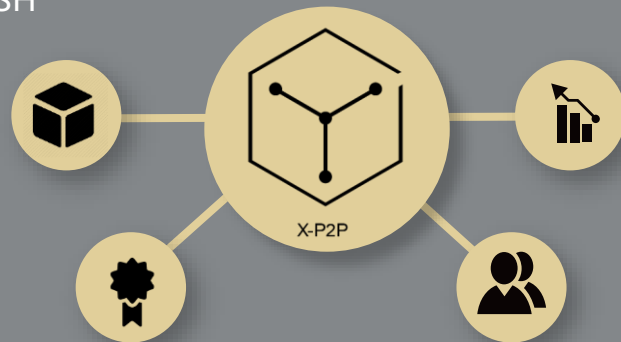
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



S8赛事峰值

- Flash
- iOS/ANDROID
- H5
- 短视频
- DASH

- 平均卡顿率最低至2%
- 秒开时间低至400ms
- 分享率50 ~ 80%



- 直播时延业界最低
- 网络拓扑优良
- 传输高效

- 服务带宽已超过8T
- 游戏直播、广播电视、体育等

CONTENTS



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

01 / XP2P简介
peer-to-peer对等网络

02 / XP2P产品功能
为企业减负，为观众增收

03 / XP2P的应用场景
直播、点播、大文件分发

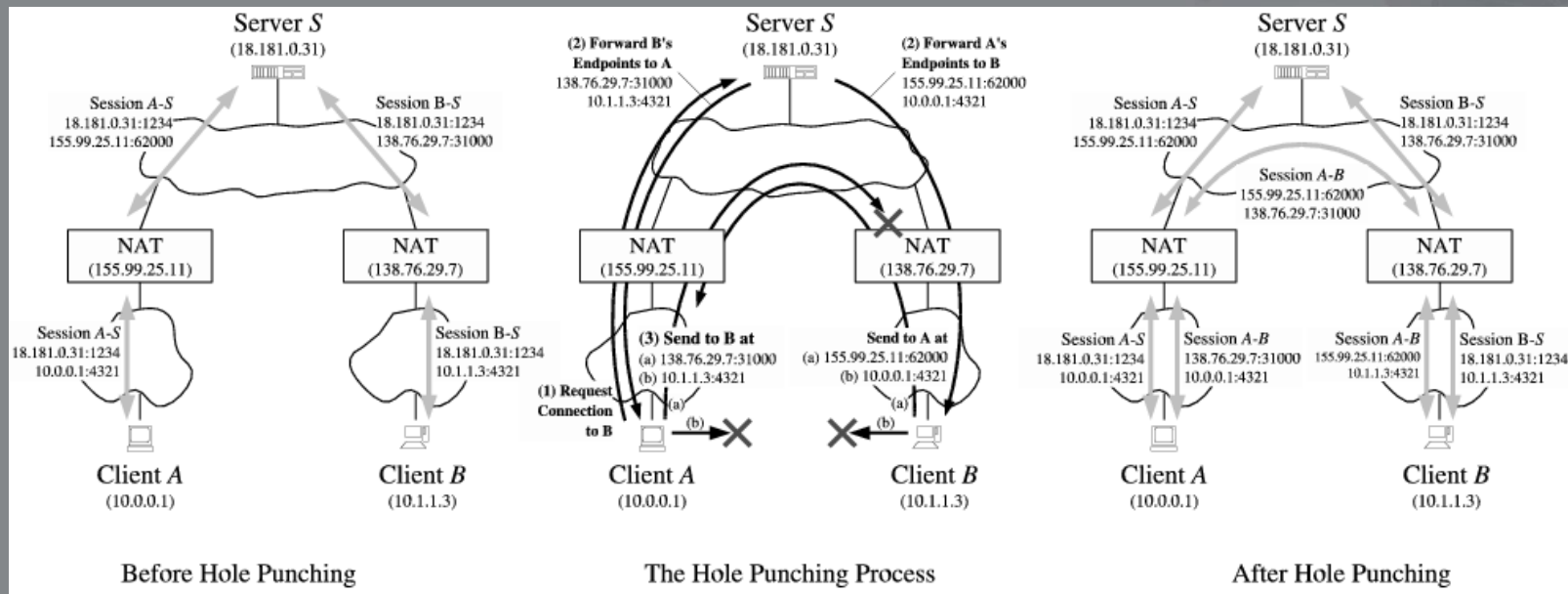
04 / XP2P的思考与展望
大有可为

P2P的NAT穿透



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



1a. Client A去连接stun服务器, 获取自己的公网地址
1b. Client B去连接stun服务器, 获取自己的公网地址
2. Client A通过种子服务器拿到了Client B的地址, 然后去请求

3. Client A先向Client B发送一个包
4. Client A向stun服务器发送一个包, 请求stun服务器代为转发给Client B
5. Client B收到stun服务器转发的包, 响应Client A, 于是连接建立

P2P之NAT类型



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

(1) Open Internet: 主机具有公网IP, 允许主动发起和被动响应两种方式的UDP通信。

(2) UDP Blocked: 位于防火墙之后, 并且防火墙阻止了UDP通信。

(3) Symmetric Firewall: 主机具有公网IP, 但位于防火墙之后, 且防火墙阻止了外部主机的主动UDP通信。

(4) Full Cone NAT: 完全锥型, 行为类似公网IP, 任何外部主机就可以直接向NAT后的公网地址发起UDP通信。

(5) Restricted Cone NAT: 受限圆锥型, 验证通信时对方的IP。因此, 要想外部主机能够主动向该内部主机发起通信, 必须先由该内部主机向这个外部发起一次通信。

(6) Port Restricted Cone NAT: 端口受限圆锥型, 验证通信时对方的IP、PORT。

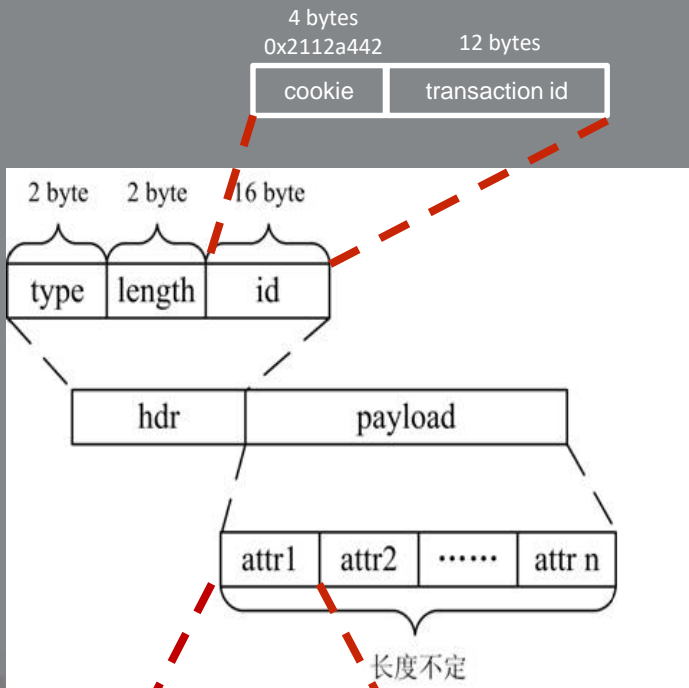
(7) Symmetric NAT: 对称型。它连接外部peer1和peer2时拥有随机不同的ip和端口, 因此也拥有端口限制型的特点。难以穿透

P2P之STUN协议

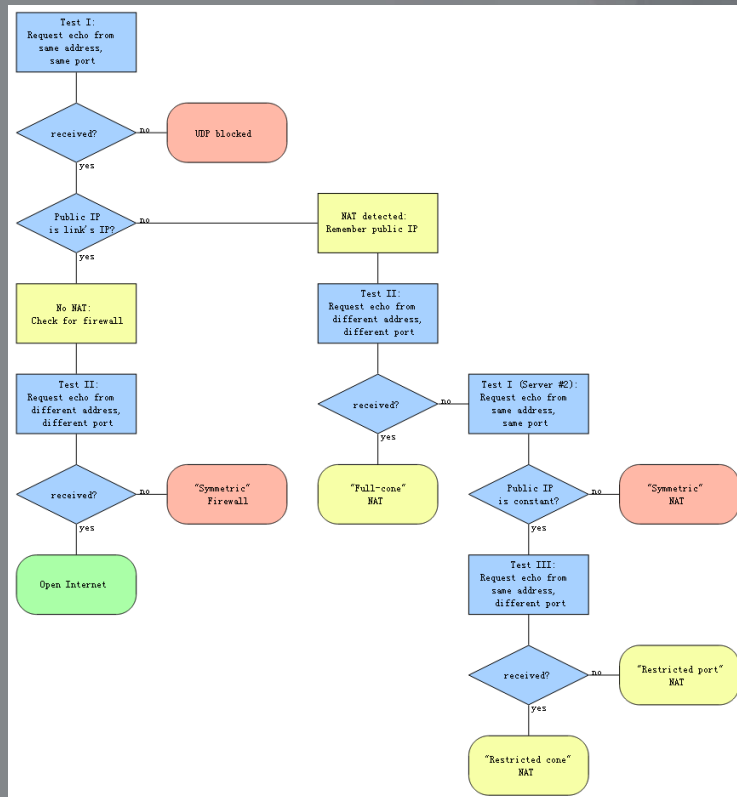


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



2 bytes 2 bytes



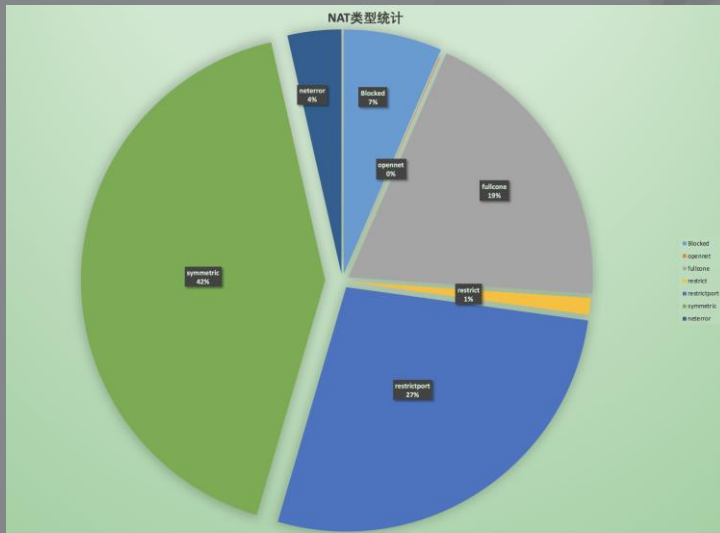
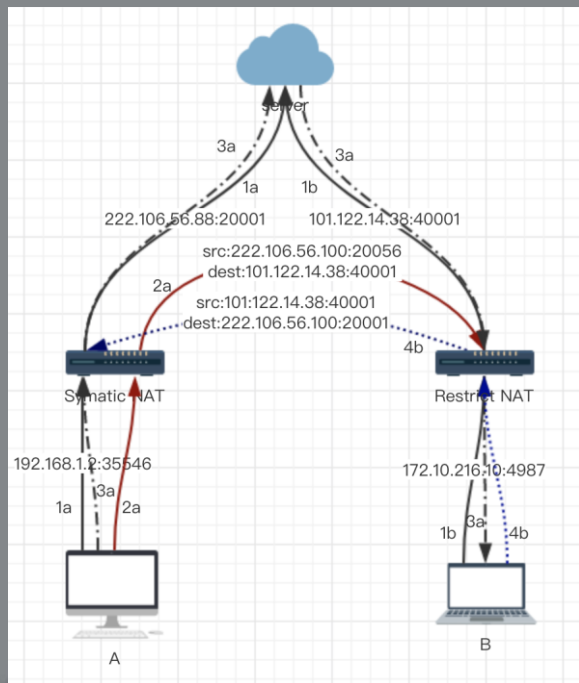
腾讯云

STUN的限制



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



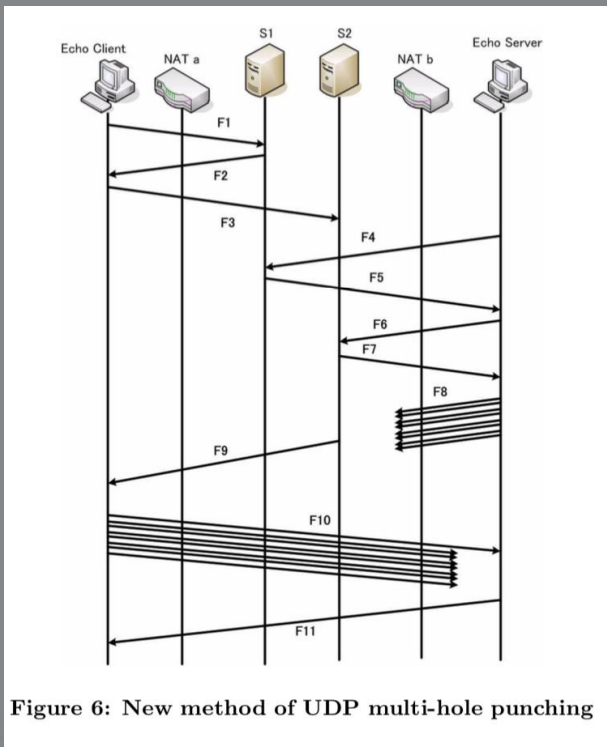
当前对称型和端口限制型越来越多，而
STUN对于对称型的穿透却无能为力！

对称型NAT穿透之端口预测



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



Phase I:

Echo Client探测到自己的最新映射端口，和映射变化规律

Phase II:

Echo Server探测自己的最新映射端口和映射变化规律

Phase III:

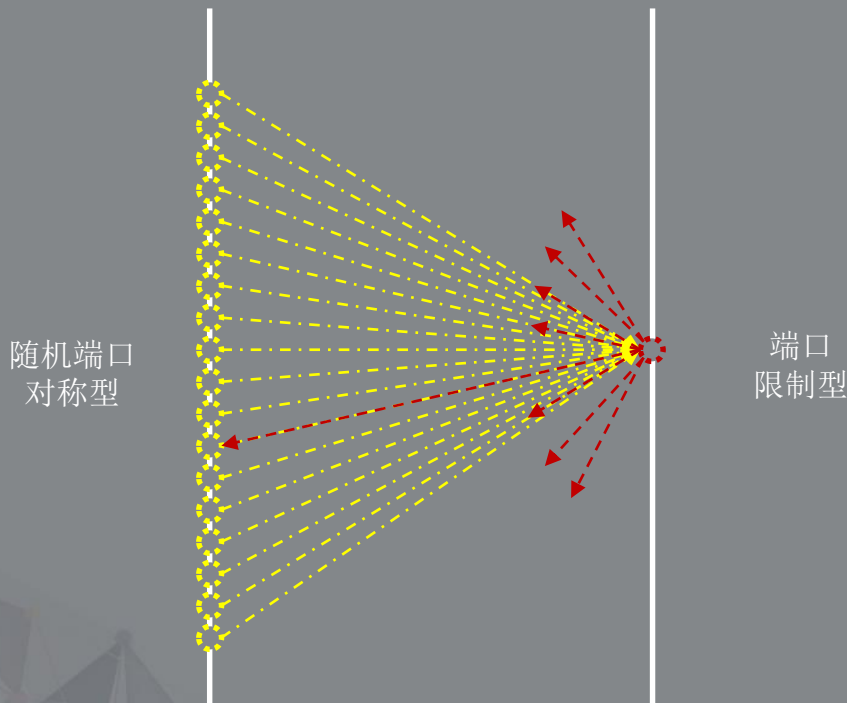
Echo Server和Echo Client通过S2知晓彼此的信息后，开始预测对方下一个端口，朝其发包

对称型VS端口限制型之生日攻击



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



$$P = 1 - \frac{C_{64511-n}^m}{C_{64511}^m}$$
$$\approx 1 - \left(\frac{64511-m}{64511} \right)^m$$

结论:

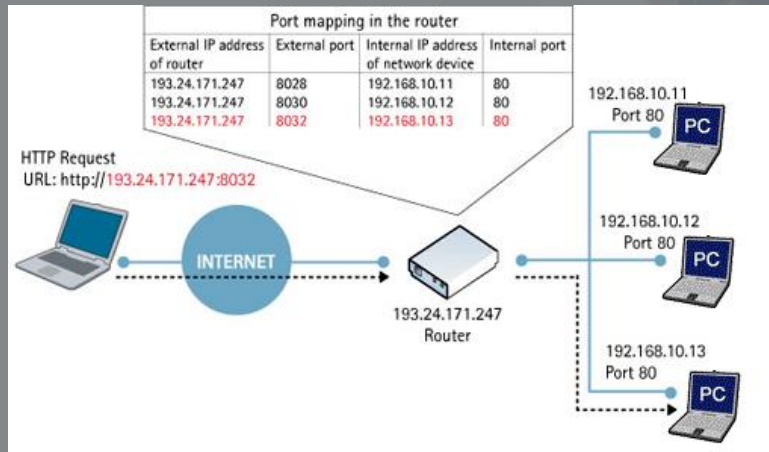
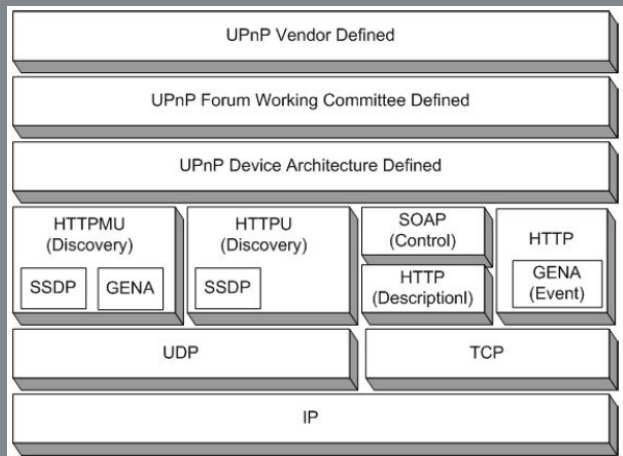
平均随机发送400个包, 即可让
穿透成功率达到91%

UPnP (Universal Plug and Play)



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



IGD Device => Service: WANIPConnection
WANPPPConnection => AddPortMapping()

✓ LAN内部主机主动申请建立到WAN的Full Cone型端口映射



OPEN CONNECTIVITY
FOUNDATION®



腾讯云

启动慢

从初始速度增加到理想速度，即便是倍增也要好几个回合。

拥塞控制差

加性增乘性减，导致带宽不均，且利用率最多只达75%。

抗抖动、抗丢包差

丢包率超20%，基本就废了。

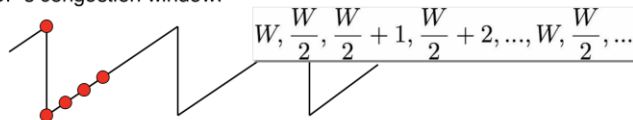
重传歧义

不能确定重传包是真丢了传回来，还是之前的包没丢延迟到的

TCP Modelling: The "Steady State" Model

The model: Packet size B bytes, round-trip time R secs, no queue.

- A packet is dropped each time the window reaches W packets.
- TCP's congestion window:



- The maximum sending rate in packets per roundtrip time: W
- The maximum sending rate in bytes/sec: $W B / R$
- The average sending rate T : $T = (3/4) W B / R$

- The packet drop rate p : $p = \frac{1}{\frac{3}{8} W^2}$

- The result:** $T = \frac{\sqrt{6} B}{2 R \sqrt{p}} = \frac{\sqrt{3/2} B}{R \sqrt{p}}$



北京
2019

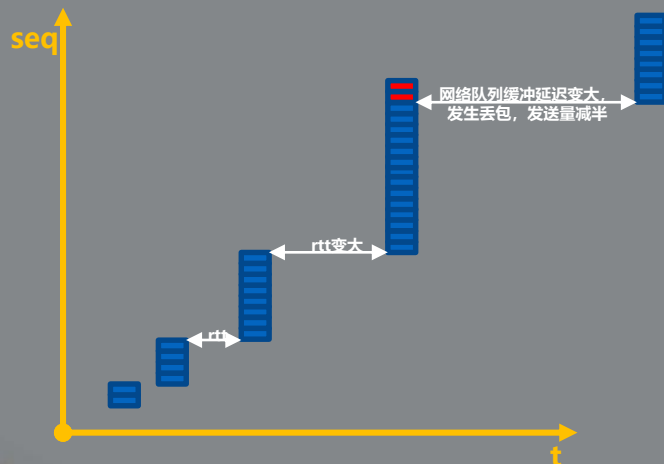
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

XNTP之Pacing

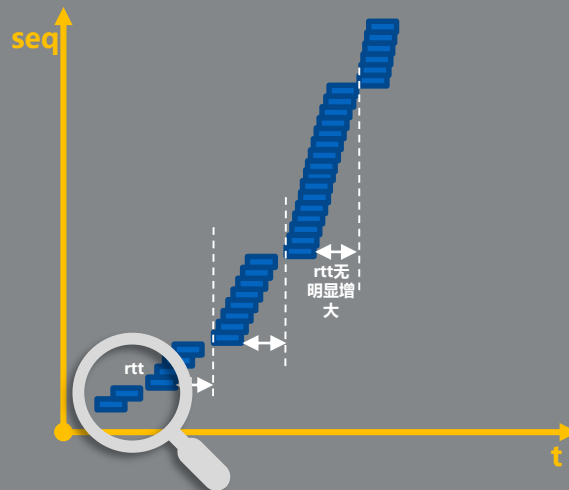
问题简化：在一个窗口内，计算出了下一次rtt要发生的数据量，怎么发送？

比如：假设 $rtt=40ms$ ，发送速率 $8Mbps$ ，每包 $1kB$ ，则需要发送40个包，怎么发？

方法一：突发式一次性全送交网络发完



方法二：均匀地每隔 $1ms$ ，送交网络一个包



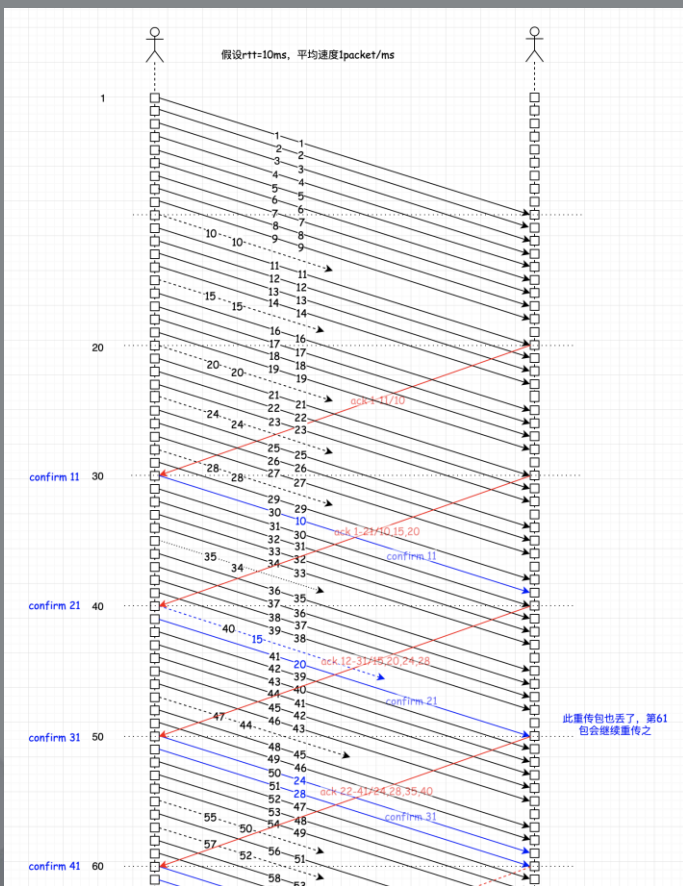
Pacing发送更能真实表达发送速率的意义，更贴近真实网络，
其在消除发送队列缓存延迟方面表现出色，发送更加平稳

XNTP之抗抖动



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



每包有两个序号:

- 包序号
- 内容序号

当遇到丢包时, 发送方以新的包序号重传, 而该包的内容序号不变

精妙之处:

每次收到ACK, 即便ACK里面有丢包, 之前的窗口也会一滑而过, 丢失的包在新窗口以新包序号重传



- 有了XNTP所提供的可靠传输，相当于“有了TCP”。顺势在其上构建HTTP语义
- 不仅实现了HTTP基本语义，还实现了HTTP 2的多路复用
- 不仅实现了HTTP Client，还实现了HTTP Server

“一切皆服务”——XP2P简单哲学

自此，XP2P/PCDN
沦为此框架下的第
一个应用服务

P2P的必要条件-切片



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Why?

- 全网对等节点，要有统一的数据块一致性，这是能进行P2P前提需求

点播：

- 可以按照offset制定数据块，比如：
1MB一片
- 可以按照播放时长制定，比如：1秒的数据一片

直播：

- 不能够按照offset制定数据块
- 可以按照dts制定，比如：
 $Piece_i = \{dts \in [1000i, 1000(i + 1)), dts \text{ 为解码时间戳}\}$
- 将数据变为私有协议格式，插入切片边界信息
- 将直播数据预先切好分片文件，以分片格式去分发，如HLS、Dash



一部电影，长度、时长固定，拆分切片很方便



直播而言，新内容稍纵即逝，全网用户有差别随机位置开始起播



P2P针对直播的切片

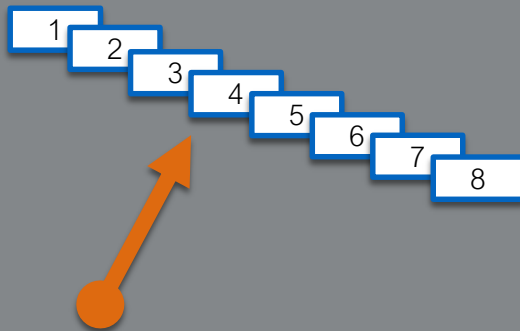


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

HLS、Dash

- 天生就是切片segment，不需再切片

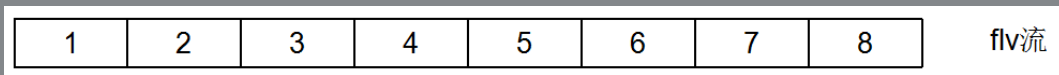


? 问题:

- 带宽不均匀
- 前进需要节奏
- 每次还要客户端去请求

FLV、FMP4

- 突破在原始直播流上无法进行切片的限制
- 对直播流无任何损害，其mux、codec内容都不变，就算不使用p2p，直播流也可无缝送交播放器直接播放



P2P的自适应码率

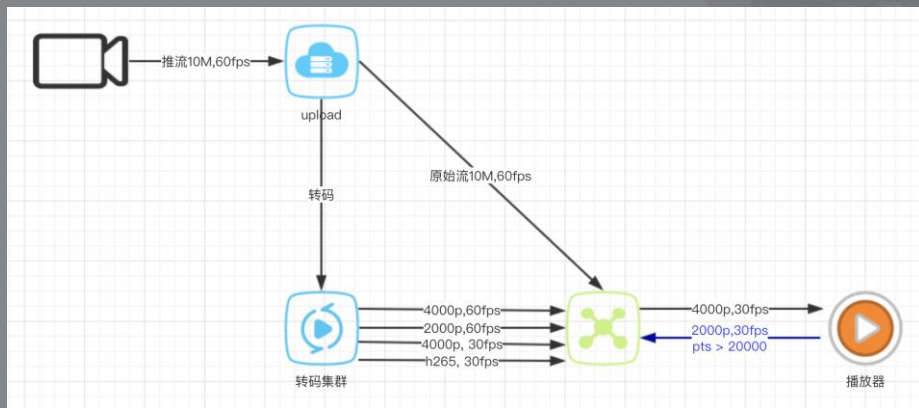


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

HLS、Dash

- 为自适应码率而生



FLV、FMP4-怎么办?

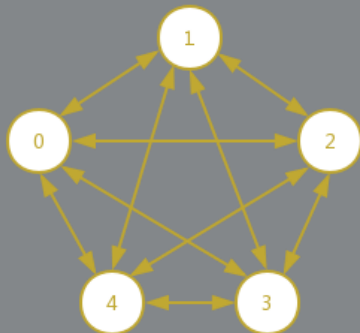
- 切换码率，无非就是将解码器等信息重置，再交给播放器
- P2P SDK感知网络带宽，自适应切换码率，且内容连续无缝切换
- 配合腾讯云播放器，可以做到无感知、无缝切换，通过事件告知view层切换到了目标目标
- 而SDK内部还是使用类似长连接单请求来获取数据

P2P网络拓扑结构



北京
2019

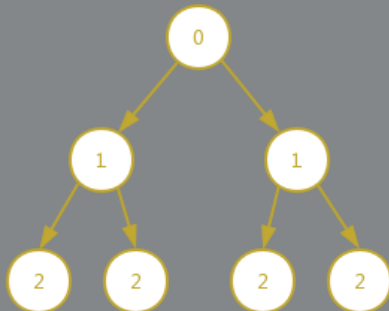
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



平均分流模型:

把一道流均分成5份, 每个节点平均负责一份, 并分享给其他4个peer, 其他peer亦然

各节点带宽平摊效果好, 各节点间播放观看无明显时差

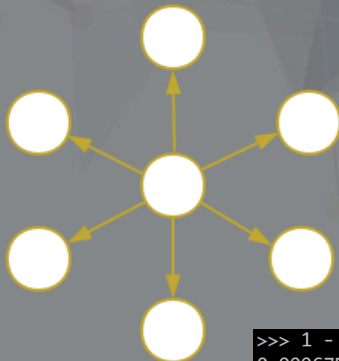


树状模型:

由顶层节点获取源数据, 一带二, 二带四地层层分享给子节点

随着层数的增加, 虽能达到更高的分享率, 但缺点也很明显:

- 有一半的底层叶子节点无法贡献数据, 也就无法均摊带宽, 父节点带宽压力大
- 上层节点离开产生的影响大
- 底层节点与顶层节点有明显时差



```
>>> 1 - 0.8 ** 36  
0.9996754814463416
```

网状模型:

每个节点都极少自主请求源数据, 按需向周围节点请求, 考虑到子节点的子节点数量是级数增加的, 所有总能从子节点拿到缺少的数据

- 此模型经验证能达到很高的分享率, 但是要求很高的延迟, 故十分适用于高延迟直播
- 此模型需要比较高频的相互信息交换

CONTENTS



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

01 / XP2P简介

peer-to-peer对等网络

02 / XP2P产品功能

为企业减负，为观众增收

03 / XP2P的应用场景

直播、点播、大文件分发

04 / XP2P的思考与展望

大有可为

XP2P应用之流量分发



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



直播

尤其适用于大型直播活动。
卡顿、首屏均要优于CDN网络加速



点播

短中长视频均可。
节省带宽，不输于CDN的体验



文件

类似于BT文件下载。
下载速度更快，存储成本更低

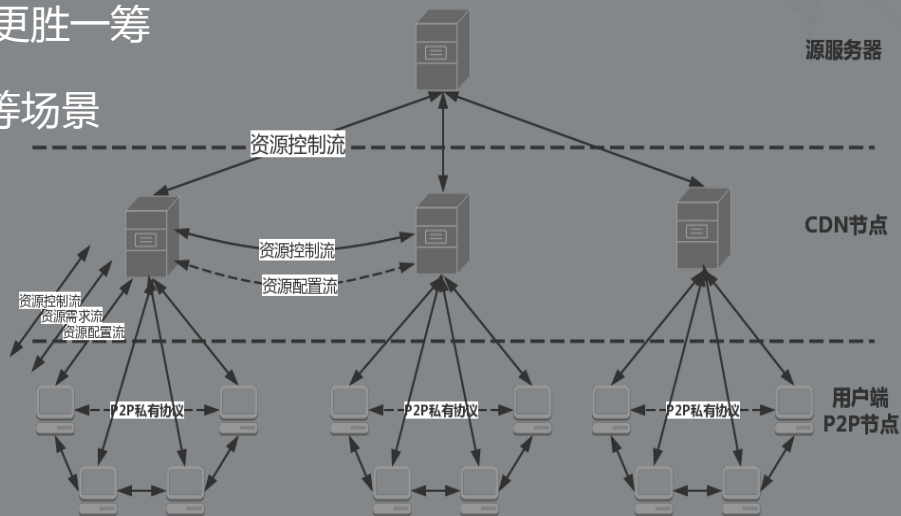


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

XP2P应用场景

- ✓ 实现了某种程度的多播协议，优化直播带宽传输，即降低网络负载，又降低带宽成本
- ✓ 4K视频加速：有P2P的助力，4K体验将更胜一筹
- ✓ 大型直播活动，如赛事、春节联欢晚会等场景
- ✓ 短视频、常规视频P2P分发
- ✓ 简单服务



接入简单，优质服务



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



CDN配置

云官网控制台启用直播，并配好P2P加速域名。



SDK接入

接入P2P SDK，包体积小，接入简单。



测试上线

发布上线，观察数据，反馈效果，极致优化体验。



运维

快速响应需求，稳定运行，不出故障。

CONTENTS



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

01 / XP2P简介
peer-to-peer对等网络

02 / XP2P产品功能
为企业减负，为观众增收

03 / XP2P的应用场景
直播、点播、大文件分发

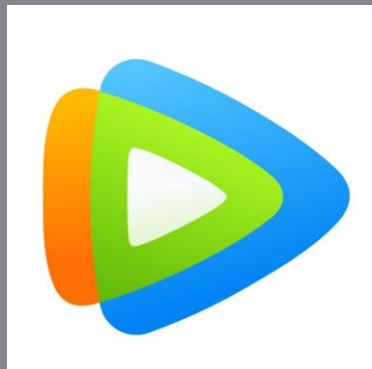
04 / XP2P的思考与展望
大有可为

XP2P的客户



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



腾讯云XP2P之未来展望



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

- 4K
- 5G
- IPv6
- 边缘计算、盒子加速
- 区块链
- 标准化

IPFS is the Distributed Web

A peer-to-peer hypermedia protocol
to make the web faster, safer, and more open.

Try it

Watch demo

SRT
Open Source

平台

采用

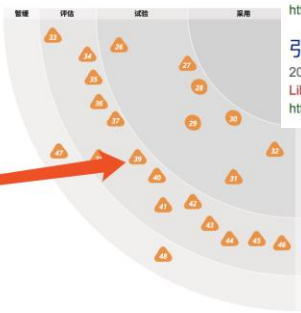
26. Apache Atlas NEW
27. AWS
28. Azure
29. Contentful
30. Google Cloud Platform
31. Shared VPC NEW
32. TICK Stack

评估

33. Azure DevOps NEW
34. CockroachDB NEW
35. Debezium NEW
36. Glitch NEW
37. Google Cloud Dataflow NEW
38. gvisor NEW
39. IPFS NEW
40. Istio NEW
41. Knative NEW
42. Pulumi NEW
43. Quorum NEW
44. Resin.io NEW
45. Rook NEW
46. SPIFFE NEW

管理

47. Data-hungry packages NEW
48. Low-code platforms NEW



比肩IPFS和Filecoin，为什么说libp2p将成为区块链和物联网 ...

2019-6-20 · 10月20日，在由晨雾科技主办的中国IPFS开发者沙龙上，晨雾科技的联合创始人徐潇，他带来了名为《libp2p详解》的主题演讲。libp2p为什么重要呢？今年7月份 ...

<https://www.8btc.com/article/294956>

简介 | 为什么 ETH2.0 要选择 libp2p ? | 闪马快讯

2019-4-10 · 如果你有持续关注Polkadot、Ethereum2.0或Substrate的开发近况，你应该听说过libp2p。

Libp2p是一个便于使用者开发去中心化点对点应用的网络框架，它原先是 ...

<https://shanma.pro/tutorial/36439.html>

最终，可能会回归最初的愿望：

彻底去中心化！





北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Thank you



LiveVideoStack
— 音视频技术社区 —