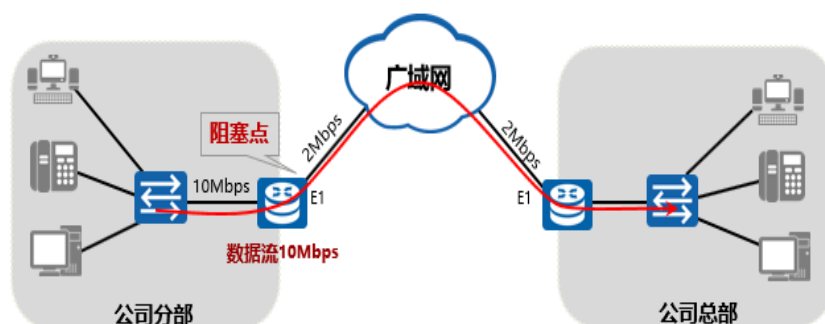


QoS 服务模型

前言

- 随着网络的不断发展，网络规模及流量类型的不断增加，使得互联网流量激增，产生网络拥塞，增加转发时延，严重时还会产生丢包，导致业务质量下降甚至不可用。所以，要在IP网络上开展这些实时性业务，就必须解决网络拥塞问题，而解决网络拥塞的最直接的办法就是增加网络带宽，但从网络的建设成本考虑，这是不现实的。
- QoS (Quality of Service) 技术就是在这种背景下发展起来的。在带宽有限的情况下，该技术应用一个“有保证”的策略对网络流量进行管理，并实现不同的流量可以获得不同的优先服务。

传统端到端网络通信存在的问题



- 传统的网络设备在处理报文转发时，会依据先到达的报文优先被转发的机制进行处理，所以这样就会导致当网络发生拥塞时，一些关键业务的通信质量就得不到保障（如语音延迟、视频卡顿、关键业务无法通信等），进而影响到客户体验。
- 传统的 IP 网络无区别地对待所有的报文，网络设备处理报文采用的策略是先入先出 FIFO (First In First Out)，它依照报文到达时间的先后顺序分配转发所需要的资源。所有报文

共享网络和设备的带宽等资源，然而最终得到资源的多少完全取决于报文到达的时机。

- FIFO 尽最大的努力将报文送到目的地，但对报文的延迟、抖动、丢包率和可靠性等需求不提供任何承诺和保证，故对于一些关键业务（如语音、视频等）的通信质量无法进行保证。
- 那该如何提升端到端的通信质量呢？影响通信质量的因素都有哪些？



各类业务对网络质量的要求

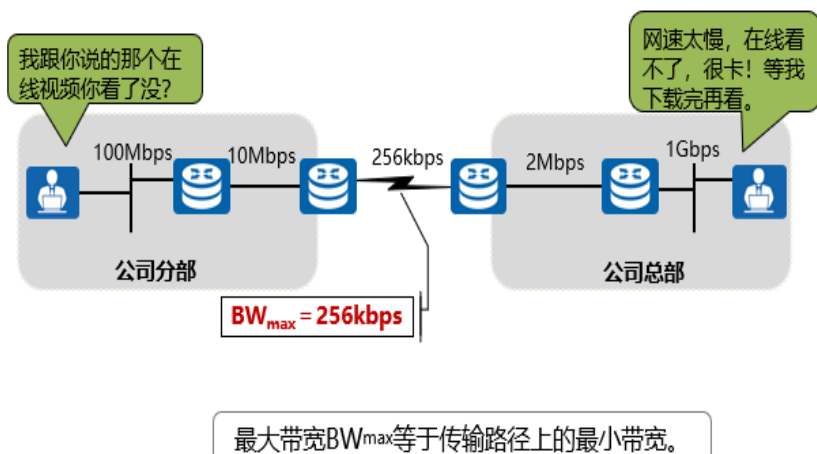
- 为保证通信质量，就需要满足各类业务对网络的要求：

流量类型	带宽	时延	抖动	丢包率
语音	低	高	高	低
视频	高	高	高	低
FTP	中, 高	低	低	高
电子邮件、 HTTP网页浏览	低	低	低	中, 高

- 从根本上讲，要想提高通信质量，就是要提高带宽、减少时延和抖动、降低丢包率。
- 我们已经知道影响端到端通信质量的因素，所以从这些因素入手就可以达到我们的目的。那这些因素各自都有什么特点呢？他们影响通信质量的具体表现是什么呢？



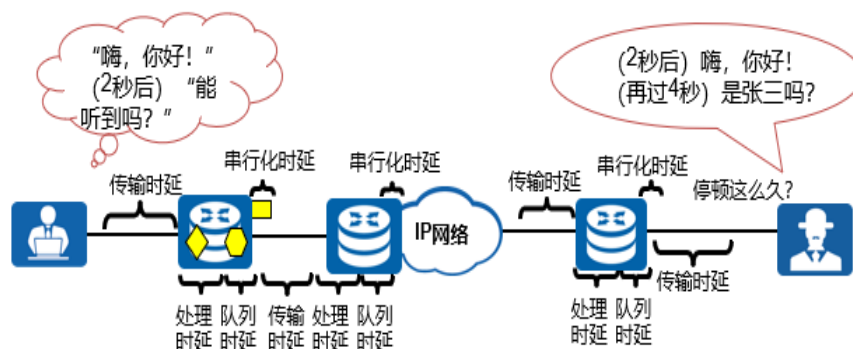
网络带宽



- 网络带宽是指在单位时间（一般指的是1秒钟）内能传输的数据量。
- 如图所示，尽管传输途径上的最大的一段链路带宽是1Gbps，但是数据从一个用户传到另一个用户的最大传输速率只能是256kbps，因为传输的最大带宽是由传输路径上的最小链路带宽决定的。正是因为这样，带宽小的链路是影响传输速率的关键。
- 如果网络上存在多个数据流，它们互相竞争带宽，可以通过增大带宽来获得更好的网络体验，但是提升了带宽之后又会催生新的应用，故不能无限地增加网络带宽，且增加带宽还需要提高成本，那么我们可以先保证重要业务的带宽呢？



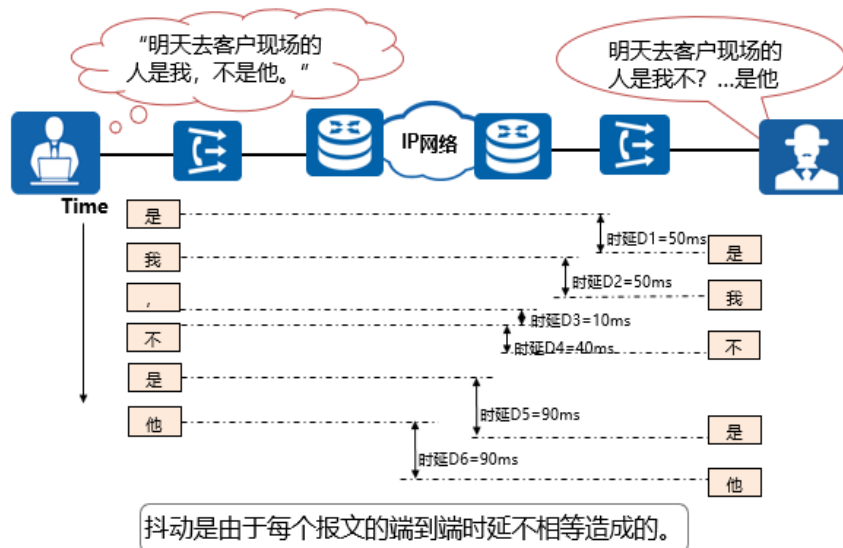
网络时延



端到端网络时延等于路径上所有时延之和。

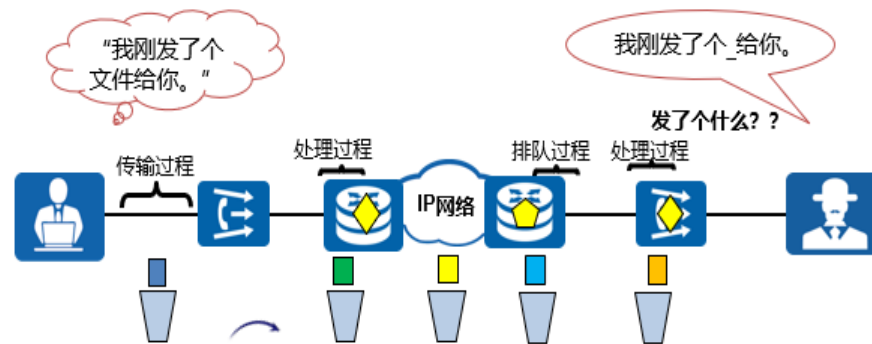
- 时延是指一个报文从一个网络的一端传送到另一端所需要的时间。
- 实时应用通信质量都比较关注时延大小，如语音、视频等。以语音传输为例，时延是指从说话者开始说话到对方听到所说内容的时间。若时延太大，会引起通话声音不清晰、不连贯或破碎。
- 单个网络设备的时延包括传输时延、串行化时延、处理时延、以及队列时延。
- 传输时延：一个数据位从发送方到达接收方所需要的时间。该时延取决于传输距离和传输介质，与带宽无关。
- 串行化时延：指发送节点在传输链路上开始发送报文的第一个比特至发完该报文的最后一个比特所需的时间。该时延取决于链路带宽以及报文大小。
- 处理时延：指路由器把报文从入接口放到出接口队列需要的时间。它的大小跟路由器的处理性能有关。
- 队列时延：指报文在队列中等待的时间。它的大小跟队列中报文的大小和数量、带宽以及队列机制有关。

抖动



- 由于每个报文的端到端时延不一样，就会导致这些报文不能等间隔到达目的端，这种现象叫做抖动。一般来说，时延越小则时延抖动的范围越小。
- 某些业务类型（特别是语音和视频等实时业务）是极其不能容忍抖动的。报文到达时间的差异将在语音或视频中造成断续；另外，抖动也会影响一些网络协议的处理，有些协议是按固定的时间间隔发送交互性报文，抖动过大就会导致协议震荡，而实际上所有传输系统都有抖动，但只要抖动在规定容差之内就不会影响服务质量，另外，可利用缓存来克服过量的抖动，但这将会增加时延。
- 抖动的大小跟时延的大小直接相关，时延小则抖动的范围也小，时延大则可能抖动的范围也大。

丢包

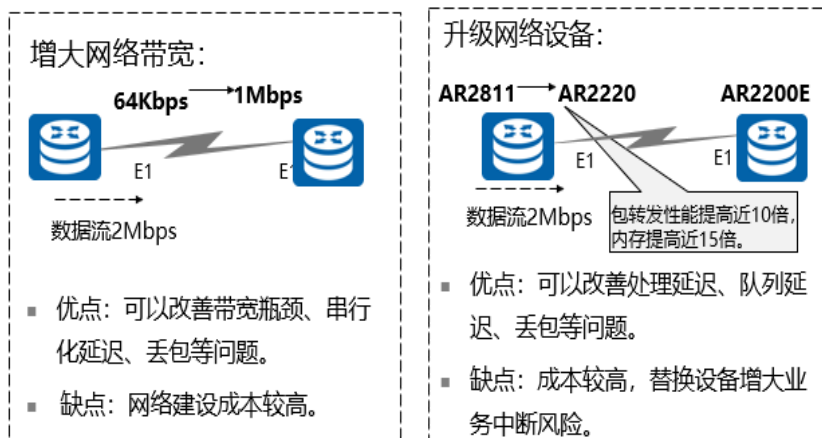


丢包可能在传输过程中的每一个环节发生。

- 丢包率是指在网络传输过程中丢失报文占传输报文的百分比。丢包可用于衡量网络的可靠性。
- 丢包 (packet loss) 可能在所有环节中发生，例如：
- 处理过程：路由器在收到报文的时候可能由于 CPU 繁忙，无法处理报文而导致丢包；
- 排队过程：在把报文调度到队列的时候可能由于队列被装满而导致丢包；
- 传输过程：报文在链路上传输的过程中，可能由于种种原因（如链路故障等）导致的丢包。
- 少量的丢包对业务的影响并不大，例如，在语音传输中，丢失一个比特或一个报文的信息，通话双方往往注意不到；在视频广播期间，丢失一个比特或一个报文可能造成屏幕上瞬间的波形干扰，但视频很快就会恢复正常。即使使用传输控制协议 (TCP) 传送数据也能处理少量的丢包，但大量的丢包就会严重影响到传输效率。
- 了解完这些影响通信质量因素的特点之后，请思考在进行实际网络部署时，具体该采用什么方法来提升通信质量呢？

尽力而为服务模型

- 在尽力而为的服务模型的网络上可通过增大网络带宽、升级网络设备等方式来提升网络通信质量。



- 传统的先进先出转发即 Best-Effort (尽力而为) 服务模型 :
- Best-Effort 是一个单一的服务模型, 也是最简单的服务模型。应用程序可以在任何时候, 发出任意数量的报文, 而且不需要事先获得批准, 也不需要通知网络。
- 应用 Best-Effort 服务模型的网络尽最大的可能性来发送报文, 但对时延、可靠性等性能不提供任何保证, 但它适用于绝大多数网络应用, 如 FTP、E-Mail 等。
- Best-Effort 服务是现在 Internet 的缺省服务模型, 它是通过先入先出 (FIFO) 队列来实现的。
- 在尽力而为的服务模型下, 可通过增大网络带宽和升级网络设备来提高端到端通信质量 :
- 增大网络带宽: 可以增大单位时间内传输的数据量, 使其按照传统先进先出的方式在单位时间内传输更多的数据, 改善网络拥塞问题。
- 升级网络设备: 可以增大数据处理能力, 使其按照传统先进先出的方式在单位时间内能够处理更多的数据, 改善网络拥塞问题。

综合服务模型

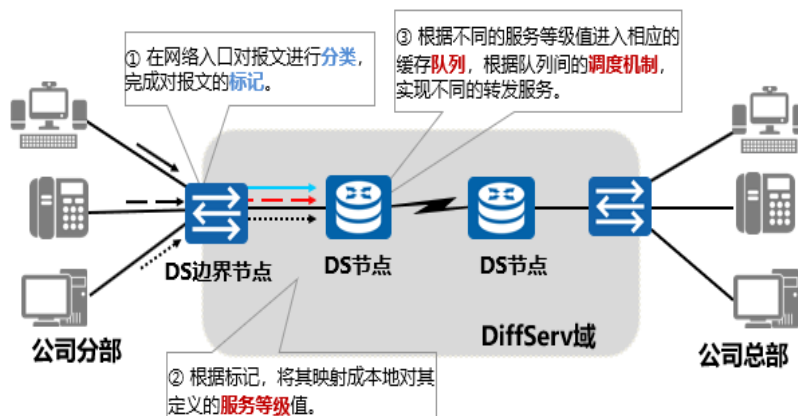
- 使设备运行一些协议来保障关键业务的通信质量。



- 优点：可以为某些特定业务提供带宽、延迟保证。
 - 缺点：实现较复杂；当无流量发送时，仍然独占带宽，使用率较低；该方案要求端到端所有节点设备都支持并运行RSVP协议。
 - 该服务模型在现实网络中并不多见。
- RSVP 协议工作过程：在应用程序发送报文前，需要向网络申请特定的带宽和所需的特定服务质量的请求，等收到确认信息后才发送报文。
 - 综合服务模型（Integrated Services Model）：
 - IntServ 是一种最为复杂的服务模型，它需要用到 RSVP（Resource Reservation Protocol）协议。该服务模型在发送报文前，需要向网络申请特定的服务。这个请求是通过信令（signal）来完成的，应用程序首先通知网络它自己的流量参数和所需的特定服务质量的请求，包括带宽、时延等。应用程序一般在收到网络的确认信息后，即认为网络已经为这个应用程序的报文发送预留了资源，然后立即发送报文。
 - IntServ 模型要求端到端网络的所有节点都支持 RSVP 协议，且每个节点都需要周期性地同相邻节点交换状态信息，这样就会加大协议报文导致的开销。更关键的是，所有网络节点都需要为每个数据流保存状态信息，而当前在 Internet 骨干网上有着成千上万条数据流，因此 IntServ 模型在 Internet 骨干网上无法得到广泛应用。

区分服务模型

- 为解决综合服务模型的协议实现复杂性及带宽利用率低等问题，在网络中可部署 DiffServ 区分服务模型来保证关键业务的通信质量。



- 目前应用最广的就是区分服务模型。
- DiffServ 区分服务工作过程：首先将网络中的流量分成多个类，然后为每个类定义相应的处理行为，使其拥有不同的优先转发、丢包率、时延等。
- Diffserv 服务模型概述：
- 业务流分类和标记由边缘路由器来完成。边界路由器可以通过多种条件（比如报文的源地址和目的地址、ToS 域中的优先级、协议类型等）灵活地对报文进行分类，然后对不同类型的报文设置不同的标记字段，而其他路由器只需要简单地识别报文中的这些标记，然后对其进行相应的资源分配和流量控制即可。因此，DiffServ 是一种基于报文流的 QoS 模型。
- 它只包含有限数量的服务等级，少量的状态信息来提供有差别的流量控制和转发。
- DS 节点：实现 DiffServ 功能的网络节点称为 DS 节点。
- DS 边界节点：负责连接另一个 DS 域或者连接一个没有 DS 功能的域的节点。DS 边界节点负责将进入此 DS 域的业务流进行分类和流量调整。
- DS 内部节点：用于在同一个 DS 域中连接 DS 边界节点

和其他内部节点。DS 内部节点仅需基于报文中的 EXP、802.1p、IPP 等字段值进行简单的流分类以及对相应的流进行流量控制。

- DS 域 (DS Domain) : 一组采用相同的服务提供策略和实现了相同 PHB (Per Hop Behaviors) 的相连 DS 节点组成。一个 DS 域由相同管理部门的一个或多个网络组成，如一个 DS 域可以是一个 ISP，也可以是一个企业的内部网络。
- DiffServ 模型充分考虑了 IP 网络本身所具有的灵活性、可扩展性强等特点，将复杂的服务质量保证通过报文自身携带的信息转换为单跳行为，从而大大减少了信令的工作。该模型是目前应用最广的服务模型。



三种服务模型对比

	优点	缺点
尽力而为服务模型	实现机制简单	对不同业务流不能进行区分对待
综合服务模型	可提供端到端QoS服务，并保证带宽、延迟	需要跟踪和记录每个数据流的状态，实现较复杂，且扩展性较差，带宽利用率较低
区分服务模型	不需跟踪每个数据流状态，资源占用少，扩展性较强；且能实现对不同业务流提供不同的服务质量	需要在端到端每个节点都进行手工部署，对人员能力要求较高



思考题

1. QoS服务模型分为以下哪几种? ()
 - A. 尽力而为的服务模型 (Best Effort Services Model)
 - B. 综合服务模型 (Integrated Services Model)
 - C. 区分服务模型 (Differentiated Services Model)
2. 影响网络通信质量的因素包括哪几种? ()

- 1、答案：ABC。
- 2、答案：带宽、时延、抖动、丢包率。