

# 一种在网络抖动场景下判断链路时延的方法

杜 昱

(南京高达软件有限公司, 江苏 南京 210000)

**摘 要:** 对于互联网性能而言, 其可知性逐渐变得越来越复杂, 不利于网络管理, 由于延迟节点发生了变化, 在端和端之间也受到了相应的制约。排队延迟现象的出现导致端对端之间也产生了延迟, 这种延迟使同一连接传输的各个分组延迟产生了不同的效果, 所以用网络抖动来描述这种延迟的变化程度。本文为了能够更好地应对网络抖动时产生的问题, 满足用户的实时性工作要求, 基于网络抖动场景提出一种在网络抖动场景下判断链路时延的方法, 希望能够通过这种方式及时发现网络抖动中可能发生的链路延迟问题, 并能提前采取应对措施, 解决在网络抖动下由于链路时延给用户造成的困扰。

**关键词:** 延时; 网络抖动; 实时性; 链路时延

**中图分类号:** TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9767 (2021) 16-023-03

## A Method for Judging Link Delay in Network Jitter Scene

DU Yu

(Nanjing Gundam Software Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210000, China)

**Abstract:** For the performance of the Internet, its knowability gradually becomes more and more complex, which is not conducive to network management. Due to the change of delay nodes, it is also restricted between ends. The emergence of queuing delay also leads to delay between end-to-end. This delay has different effects on the delay of each packet transmitted by the same connection. Therefore, the change degree of this delay is described by network jitter. In order to better deal with the problems caused by network jitter and solve the real-time work requirements of users, based on the network jitter scenario, this paper proposes a method to judge the link delay in the network jitter scenario, hoping to find the possible link delay in the network jitter in time and take countermeasures in advance, Solve the problem caused by link delay under network jitter.

**Keywords:** delay; network jitter; real-time performance; link delay

### 0 引言

网络的数据包传输处理过程较为复杂, 在进行数据包传输时需要使用路由器以及不同的连接链路, 传输的过程中每个数据包的传输延时也不相同, 在每一个数据包都离开了发送端时, 会按一定的传输规则以及对应的间隔做有序地排列。网络被接收并通过后, 由于数据包所经历的滞留延时长短大小不同, 原有排列方式受到影响, 导致发生网络抖动, 抖动程度越大, 则链路延时越不好判断。链路时延影响了网络数据分组, 给客户使用造成了极大困扰。对于网络抖动这一现象的分析和处理也具有一定难度<sup>[1]</sup>, 通常的情况下网络抖动具有发生频率低、延迟持续时间极短的特点, 即使在速度达到极限的场景下延迟也在 100 ms 以下。由于许多用户在进行网络业务的过程中需要在数据库的实时性和复杂程度非常高的场景下才能进行, 因此对于这种百毫秒的延迟也会非常敏

感。在网络抖动场景下掌握判断链路时延的方法能够更好地解决这一问题, 从而保证链路的可靠性和实时性。

### 1 链路测量法

测量法是能够在网络抖动场景下判断链路时延的方法之一。在具体测量时可以通过测量节点的放置和探测路径的建立两种方式进行。节点的测量可以将接收的探测包注入网络中, 探测路径则用于转发。测量节点的放置和探测路径的建立会局限于链路探测成本, 所以链路测量法要着重考虑节点及路径。在网卡中造成排队、发送、传输以及处理等时延又可以进一步细化划分成单向链路的时延或者往返链路的时延, 结构如图 1 所示<sup>[2]</sup>。单向链路是指一个节点到另一个网络中的节点之间的链路时延<sup>[3]</sup>; 而往返链路时延主要指从一个网络中的节点开始, 到达另一个网络中的节点之后又再次

**作者简介:** 杜昱 (1982—), 男, 江苏南京人, 本科, 工程师。研究方向: 通信行业。

返回至原来节点的链路时延。

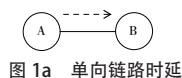


图 1a 单向链路时延

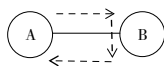


图 1b 往返链路时延

图 1 单向链路与往返链路时延图

对网络时延进行测量，相当于对链路时延的测量，这种方式即使在网络抖动的场景下也适用。

## 2 测量方式的选择

针对链路时延采用测量法的技术包括两类，有主动和被动之分<sup>[4]</sup>。主动又包括多播和单播测量<sup>[5]</sup>。使用主动这种方式会给网络造成一定的负载，单播测量与多播测量相比，发送的分组数多，不适合用于网络抖动场景<sup>[6]</sup>；而被动测量方式主要是通过网络设备对网络信息进行监听达到测量目的，不会给网络产生影响，但是被动测量需要额外的相关测量配置，在跨域测试时可能会由于储存权限的设置而受到限制。

## 3 端对端时延测量

在网络抖动场景下判断链路时延的方法主要采用端对端时延测量。端对端时延测量方式是计算机网络和通信中最常用来测量网络性能的指标，通过对其测量能够对网络的性能以及网络具体的运行状况有一个整体把握，对网络的实施管理和维护都起到了重要作用，适用于在网络抖动。具体而言，端对端时延测量的作用体现在以下几个方面<sup>[7]</sup>：①端对端的时延测量能够促进网络的服务商提供更好的网络质量，降低网络抖动发生的频率，能够更好地满足用户需求；②用户能够通过端对端的时延测量对网络运行的具体状态进行实时监控，也可以通过网络运行状态的监控寻到网络的瓶颈以及导致了网络抖动的产生的具体原因，从而找到产生网络拥塞的链路，进一步探索解决网络拥塞这一问题；③端对端时延测量能够在研究和分析网络性能时站在全局的角度，从全局出发找寻更优的动态路由以及路由选择算法；④端对端测量可以对其他的网络性能进行测算，并有一个大致了解，如网络拓扑结构等，进而实现网络结构的优化，达到网络带宽利用率的增强。在对端对端数据传输中发生的链路时延进行综合考量之后，本文决定采用多播测量技术来逐步实现端对端时延测量。

多播测量是一种常见于网络层次的测量方法，其推动了研究多播测量领域的发展。多播树常用于发射一些探测包，在探测包发送之前需要对节点提前进行设置，然后经过接收节点，在此过程中通过有极强相关性的相关路径时延对链路时延进行推测。为了达到同时发送、同时接收的效果，源节点要将数据包按照同一时间和同样的频率进行发送。在发送过程中，对接收节点端对端时延进行收集，如果存在能随目的节点经过的共同路径单调递增的链路性能，就能够对具体

的链路时延进行分析，即路径上各链路时延相加，总和为端对端时延，所以端对端的时延是一个随路径呈单调递增的函数。对时延的相关性进行判断时，如果两个目的节点的共享路径长，说明两个目的节点之间有较强的相关性，相关性系数越接近 1，说明相关性越大，从比较极端的角度分析，如果源头节点与两个目的节点之间的路径相同表明时延的特性一致。

在具体的测量过程中，为了增强源节点与不同目的节点之间的时延相关性，改善在路径与链路之间的关系，Back-to-Back 报文应运而生。该报文又称为背对背报文，由源节点出发，设置不同的目的节点，然后连续发送 2 个报文到不同的目的节点之间，图 2 所示就是一种简单的报文分组<sup>[8]</sup>。图 2 中共有两个报文，第一个报文的源节点是 0，目的节点是节点 4；第二个报文依旧是从源节点 0 出发，接收的节点是节点 5。在对节点 4 和节点 5 发送报文时，时间的间隔很小，到目的节点均经过了相同路径。这时可以进行节点的定义，定义 <4, 5> 是源节点发送到节点 4 和节点 5 的一个包对。

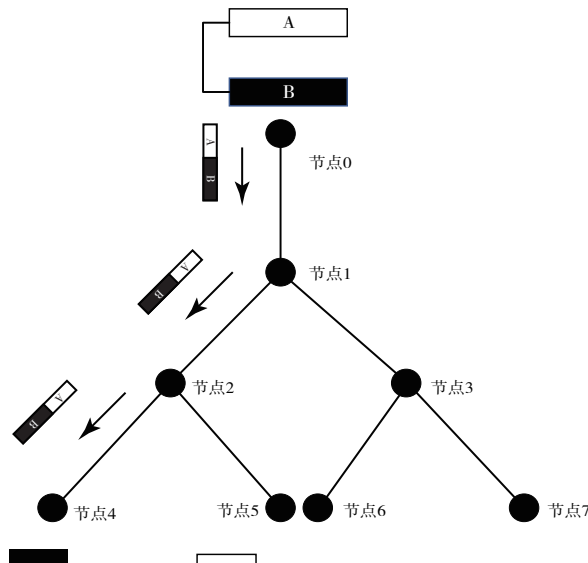


图 2 Back-to-Back 报文组

运用 Back-to-Back 报文在多方面都能发挥其巨大的效果，适合在网络抖动场景下判断链路时延。

## 4 链路时延的计算

对于分布式服务下的链路时延进行计算时要分为几个部分进行，在数据包转发的过程中，排队、传输以及传播时都会产生一定的时延<sup>[9]</sup>，所以在具体的计算过程中，可以先对端到端之间的通路包含设为  $k$  跳，用  $n$  表示数据包， $m$  表示跳数，假设排队等待时延为  $t_{m1}(n)$ ，用  $t_{m2}(n)$  表示传输时延，传播时延为  $t_{m3}(n)$ 。

所谓信息传输的时延就是数据包路由将正在被缓存的数据包通过一个接口发送出来放入链路中需要花费的一段时间<sup>[10]</sup>，传播的时延就是一个数据包路在这个链路中作为传输媒体的介质上为了能够达到光速左右的传播速度而花费的时

间。路由器通过路由表中的查询和数据包对于路由器中的其他设备进行处理的时间,相比较于一个特定设备而言是比较固定的。

用  $m$  表示链路,假设链路带宽  $B_m$  b/s,测试数据包  $n$  的大小为  $S(m)$  比特。那么数据包  $n$  在第  $m$  跳的延迟为:

$$t_m(n)=t_{m1}(n)+t_{m2}(n)+t_{m3}(n)=t_{m1}(n)+S(m)/B_m+t_{m3}(n) \quad (1)$$

同样,假设链路  $m$  的带宽  $B_m$  b/s,测试数据包  $n-1$  的大小为  $S(m)$  比特。那么数据包  $n-1$  在第  $m$  跳的延迟为:

$$t_m(n-1)=t_{m1}(n-1)+t_{m2}(n-1)=t_{m3}(n-1)-t_{m1}(n-1)+S(m)/B_m+t_{m3}(n-1) \quad (2)$$

对于特定的网络节点而言,  $t_{m2}(n)$  和  $t_{m3}(n)$  固定不变,所以有:

$$\Delta t(n,n-1)=t_m(n)-t_m(n-1)=t_{m1}(n)-t_{m1}(n-1) \quad (3)$$

式(3)说明探测包在  $m$  路由器中需要排队的时间差与  $m$  路由器和  $m-1$  路由器之间时间间隔相近似,在计算背景流量时要根据路由器  $m$  中的发出流量进行判断,在具体计算中时间是以差值的形式出现,因此避免了很多问题。

## 5 结 语

综上所述,本文提出一种在网络抖动场景下判断链路时延的方法,即端对端时延测量方法,通过这种方法能够对网络的性能以及网络的具体运行状态有一个大致的掌握。即使是处于网络抖动的场景下、分组延时不同也能够通过这种方法对链路的时延进行测量,经过时延计算后进一步判断链路时延产生的情况,为该时延情况发生后续的改善起到了积极作用,未来还可以对网络抖动场景下判断链路时延的方法做

更多的研究分析,为相关研究提供借鉴。

## 参考文献

- [1] 王萌,王翺.网络抖动实时测量方法的实现与对比[J].中国传媒大学学报(自然科学版),2016,23(1):27-31.
- [2] SINHA D,HARIBABU K,BALASUBRAMANIAM S.Real-time monitoring of network latency in software defined networks[C]//2015 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems,2015:281.
- [3] 王兴.SDN 数据中心网络链路时延测量及流表管理方法研究[D].成都:电子科技大学,2018:21-24.
- [4] 王志琪.SDN 全网拓扑发现及链路时延测量方法研究[D].呼和浩特:内蒙古大学,2020:32-36.
- [5] 王兴.SDN 数据中心网络链路时延测量及流表管理方法研究[D].成都:电子科技大学,2018:39-41.
- [6] 蓝殷,易双武,王树贤.浅述链路聚合和灵活链路在网络中的应用[J].科学与信息化,2021(1):71.
- [7] 路启奎.网络链路时延测量技术的研究[D].曲阜:曲阜师范大学,2010:51-53.
- [8] 王祺.SDN 网络时延测量技术研究[D].长沙:湖南大学,2018:15-16.
- [9] 黄晓鹏,黄传河,农黄武,等.SDN 中的端到端时延[J].计算机工程与科学,2016,38(1):67-72.
- [10] 刘美玲.基于信道接入技术的通信端到端传输时延计算[J].计算机仿真,2020,37(5):132-135.