目 录

| NTP | |
|----------|---|
| NTP简介 | 1 |
| NTP的应用 | 1 |
| NTP工作原理 | |
| NTP的报文格式 | 3 |
| NTP的工作模式 | 4 |
| NTP多实例 | 7 |

NTP

NTP 简介

NTP(Network Time Protocol,网络时间协议)是由 RFC 1305 定义的时间同步协议,用来在分布式时间服务器和客户端之间进行时间同步。NTP 基于 UDP 报文进行传输,使用的 UDP 端口号为 123。

使用 NTP 的目的是对网络内所有具有时钟的设备进行时钟同步,使网络内所有设备的时钟保持一致,从而使设备能够提供基于统一时间的多种应用。

对于运行 NTP 的本地系统,既可以接受来自其他时钟源的同步,又可以作为时钟源同步其他的时钟,并且可以和其他设备互相同步。

NTP 的应用

对于网络中的各台设备来说,如果依靠管理员手工输入命令来修改系统时钟是不可能的,不但工作量巨大,而且也不能保证时钟的精确性。通过 NTP,可以很快将网络中设备的时钟同步,同时也能保证很高的精度。

NTP 主要应用于需要网络中所有设备时钟保持一致的场合,比如:

- 在网络管理中,对于从不同设备采集来的日志信息、调试信息进行分析的时候, 需要以时间作为参照依据。
- 计费系统要求所有设备的时钟保持一致。
- 完成某些功能,如定时重启网络中的所有设备,此时要求所有设备的时钟保持 一致。
- 多个系统协同处理同一个比较复杂的事件时,为保证正确的执行顺序,多个系统必须参考同一时钟。
- 在备份服务器和客户端之间进行增量备份时,要求备份服务器和所有客户端之间的时钟同步。

NTP 的优势如下:

- 采用分层的方法定义时钟的准确性,可以迅速同步网络中各台设备的时间。
- 支持访问控制和 MD5 验证。
- 可以选择采用单播、组播或广播的方式发送协议报文。

NTP 工作原理

NTP的基本工作原理如图 1所示。Device A和Device B通过网络相连,它们都有自己独立的系统时钟,需要通过NTP实现各自系统时钟的自动同步。为便于理解,作如下假设:

- 在 Device A 和 Device B 的系统时钟同步之前, Device A 的时钟设定为 10:00:00am, Device B 的时钟设定为 11:00:00am。
- Device B 作为 NTP 时间服务器,即 Device A 将使自己的时钟与 Device B 的时钟同步。
- NTP 报文在 Device A 和 Device B 之间单向传输所需要的时间为 1 秒。

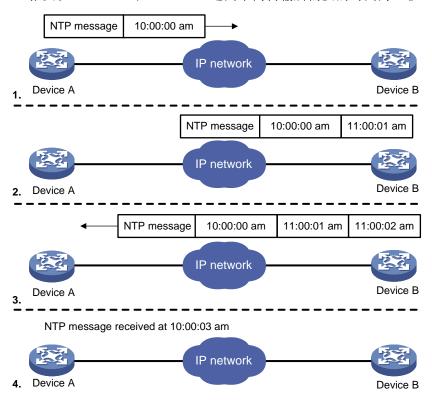


图1 NTP 基本原理图

系统时钟同步的工作过程如下:

- Device A 发送一个 NTP 报文给 Device B, 该报文带有它离开 Device A 时的时间戳, 该时间戳为 10:00:00am(T₁)。
- 当此 NTP 报文到达 Device B 时,Device B 加上自己的时间戳,该时间戳为 11:00:01am(T₂)。
- 当此 NTP 报文离开 Device B 时,Device B 再加上自己的时间戳,该时间戳为 11:00:02am(T₃)。
- 当 Device A 接收到该响应报文时, Device A 的本地时间为 10:00:03am(T₄)。

至此, Device A 已经拥有足够的信息来计算两个重要的参数:

- NTP 报文的往返时延 Delay=(T₄-T₁)-(T₃-T₂)=2 秒。
- Device A 相对 Device B 的时间差 offset=((T_2 - T_1)+(T_3 - T_4))/2=1 小时。这样,Device A 就能够根据这些信息来设定自己的时钟,使之与 Device B 的时钟同步。

以上内容只是对 NTP 工作原理的一个粗略描述,详细内容请参阅 RFC 1305。

NTP 的报文格式

NTP 有两种不同类型的报文,一种是时钟同步报文,另一种是控制报文。控制报文 仅用于需要网络管理的场合,它对于时钟同步功能来说并不是必需的,这里不做介 绍。

□ 说明:

本文中提到的 NTP 报文,均为 NTP 时钟同步报文。

时钟同步报文封装在UDP报文中, 其格式如图 2所示。

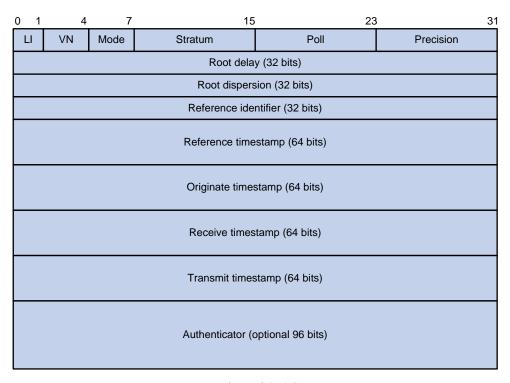


图2 时钟同步报文格式

主要字段的解释如下:

• LI (Leap Indicator): 长度为 2 比特,值为"11"时表示告警状态,时钟未被同步。为其他值时 NTP 本身不做处理。

- VN(Version Number): 长度为 3 比特,表示 NTP 的版本号,目前的最新版本为 3。
- Mode:长度为3比特,表示NTP的工作模式。不同的值所表示的含义分别是: 0未定义、1表示主动对等体模式、2表示被动对等体模式、3表示客户模式、 4表示服务器模式、5表示广播模式或组播模式、6表示此报文为NTP控制报 文、7预留给内部使用。
- Stratum: 系统时钟的层数,取值范围为 1~16,它定义了时钟的准确度。层数为 1 的时钟准确度最高,准确度从 1 到 16 依次递减,层数为 16 的时钟处于未同步状态,不能作为参考时钟。
- Poll:轮询时间,即两个连续 NTP 报文之间的时间间隔。
- Precision: 系统时钟的精度。
- Root Delay: 本地到主参考时钟源的往返时间。
- Root Dispersion: 系统时钟相对于主参考时钟的最大误差。
- Reference Identifier:参考时钟源的标识。
- Reference Timestamp: 系统时钟最后一次被设定或更新的时间。
- Originate Timestamp: NTP 请求报文离开发送端时发送端的本地时间。
- Receive Timestamp: NTP 请求报文到达接收端时接收端的本地时间。
- Transmit Timestamp: 应答报文离开应答者时应答者的本地时间。
- Authenticator: 验证信息。

NTP 的工作模式

设备可以采用多种 NTP 工作模式进行时间同步:

- 客户端/服务器模式
- 对等体模式
- 广播模式
- 组播模式

用户可以根据需要选择合适的工作模式。在不能确定服务器或对等体 IP 地址、网络中需要同步的设备很多等情况下,可以通过广播或组播模式实现时钟同步;服务器和对等体模式中,设备从指定的服务器或对等体获得时钟同步,增加了时钟的可靠性。

1. 客户端/服务器模式

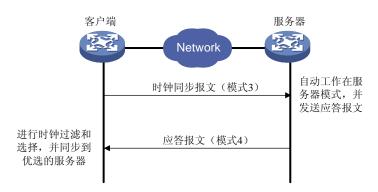
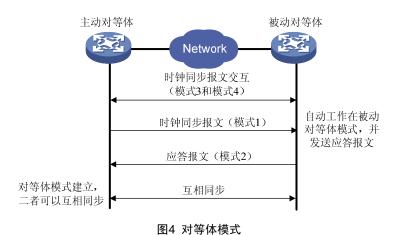


图3 客户端/服务器模式

在客户端/服务器模式中,客户端向服务器发送时钟同步报文,报文中的 Mode 字段设置为 3(客户模式)。服务器端收到报文后会自动工作在服务器模式,并发送应答报文,报文中的 Mode 字段设置为 4(服务器模式)。客户端收到应答报文后,进行时钟过滤和选择,并同步到优选的服务器。

在该模式下,客户端能同步到服务器,而服务器无法同步到客户端。

2. 对等体模式



在对等体模式中,主动对等体和被动对等体之间首先交互 Mode 字段为 3 (客户端模式)和 4 (服务器模式)的 NTP 报文。之后,主动对等体向被动对等体发送时钟同步报文,报文中的 Mode 字段设置为 1 (主动对等体),被动对等体收到报文后自动工作在被动对等体模式,并发送应答报文,报文中的 Mode 字段设置为 2 (被动对等体)。经过报文的交互,对等体模式建立起来。主动对等体和被动对等体可以互相同步。如果双方的时钟都已经同步,则以层数小的时钟为准。

3. 广播模式

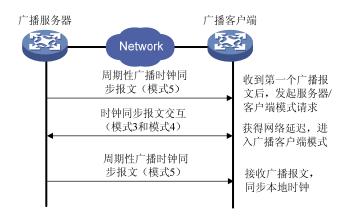


图5 广播模式

在广播模式中,服务器端周期性地向广播地址 255.255.255.255 发送时钟同步报文,报文中的 Mode 字段设置为 5(广播模式)。客户端侦听来自服务器的广播报文。当客户端接收到第一个广播报文后,客户端与服务器交互 Mode 字段为 3(客户模式)和 4(服务器模式)的 NTP 报文,以获得客户端与服务器间的网络延迟。之后,客户端就进入广播客户端模式,继续侦听广播报文的到来,根据到来的广播报文对系统时钟进行同步。

4. 组播模式

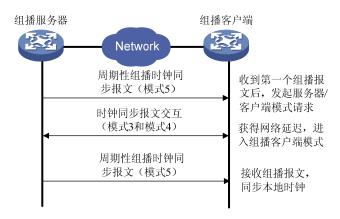


图6 组播模式

在组播模式中,服务器端周期性地向组播地址发送时钟同步报文,报文中的 Mode 字段设置为 5(组播模式)。客户端侦听来自服务器的组播报文。当客户端接收到第一个组播报文后,客户端与服务器交互 Mode 字段为 3(客户模式)和 4(服务器模式)的 NTP 报文,以获得客户端与服务器间的网络延迟。之后,客户端就进入组播客户模式,继续侦听组播报文的到来,根据到来的组播报文对系统时钟进行同步。

NTP 多实例

客户端/服务器模式和对等体模式支持 NTP 多实例,可以实现 MPLS VPN 网络的时间同步,即物理位置不同的网络设备(CE、PE),只要属于同一个 VPN,就可以通过 NTP 来获得时间同步。具体功能如下:

- CE 上的 NTP 客户端可以同步到另一个 CE 上的 NTP 服务器;
- CE 上的 NTP 客户端可以同步到 PE 上的 NTP 服务器;
- PE 上的 NTP 客户端可以通过指定的 VPN 实例同步到 CE 上的 NTP 服务器;
- PE 上的 NTP 客户端可以通过指定的 VPN 实例同步到另一个 PE 上的 NTP 服务器;
- PE 上的 NTP 服务器可以同步不同 VPN 内多个 CE 上的 NTP 客户端。

□ 说明:

- CE (Customer Edge)设备:用户网络边缘设备,有接口直接与服务提供商 (Service Provider, SP)相连。CE "感知"不到 VPN 的存在。
- PE (Provider Edge) 设备: 服务提供商网络的边缘设备,与用户的 CE 直接相 连。