

The Implementation of Network Time Synchronization Based on NTP for Radio and TV Broadcast Network

Yan Li¹, Sha Sha²

¹Henan Cable Television Network CO. LTD, Zhengzhou

²Huaxia P&T Project Consultation and Management CO. LTD, Zhengzhou

Email: firestone_83@163.com, ss@dimpt.com

Received: Oct. 21st, 2014; revised: Nov. 16th, 2014; accepted: Nov. 21st, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

AS the accomplishment of the two-way transformation based on the traditional radio and TV network and the development of operations for diversity video services, the higher requirements for network time information synchronization are raised in the radio and TV system. In order to meet the demands, this paper introduces the NTP protocol which can transmit time information in data network. And based on the distributed and layered network architecture of HNCATV, it gives the implementation about how to use external GPS timer as the precise timer source and realize the time synchronization for hundreds of equipment such as servers, routers.

Keywords

Time Information Synchronization, GPS Timer, NTP

基于NTP实现广电宽带网络时钟同步的方案部署

李 岩¹, 沙 莎²

¹河南有线电视网络集团, 郑州

²华夏邮电咨询监理有限公司, 郑州

Email: firestone_83@163.com, ss@dimpt.com

收稿日期：2014年10月21日；修回日期：2014年11月16日；录用日期：2014年11月21日

摘要

随着基于传统广电网络的双向改造的完成，以及多样化业务运营的发展，广电系统网络中的相关设备对于时钟同步信息的需求越来越高。为了满足这些要求，本文介绍了用于在数据网络中传送时钟信息的NTP协议。并且，根据河南有线网络集团分散式和分层次的网络特点，本文介绍如何引入外部GPS时钟作为精确时钟源以及如何数百台规模的服务器和路由器实现时钟同步。

关键词

时钟同步，GPS时钟，NTP协议

1. 网络中对于时钟同步的需求

目前计算机网络中各主机和服务器等网络设备的时间基本处于无序的状态。随着广电系统双向网络改造的完成，以及三网融合对新业务提出的需求，计算机网络应用的不断涌现，计算机的时间同步问题成为愈来愈重要的事情。以 Unix 系统为例，时间的准确性几乎影响到所有的文件操作。如果一台机器时间不准确，例如在从时间超前的机器上建立一个文件，用 ls 查看一下，以当前时间减去所显示的文件修改时间会得一个负值，这一问题对于网络文件服务器是一场灾难，文件的可靠性将不复存在。为避免产生本机错误，可从网络上获取时间，这样系统时钟便可与公共源同步了。但是一旦这一公共时间源出现差错就将产生多米诺效应，与其同步的所有机器的时间会全都错误。

当涉及到网络上的安全设备时，同步问题就更为重要了。这些设备所生成的日志必须要反映出准确的时间。尤其是在处理繁忙数据的时候，如果时间不同步，几乎不可能将来自不同源的日志关联起来。一旦日志文件不相关连，安全相关工具就会毫无用处。不同步的网络意味着企业不得不花费大量时间手动跟踪安全事件。

上述问题的解决方法，就是需要一个能调整时钟抖动率，建立一个即时缓和、调整时间变化，并用一群受托服务器提供准确、稳定时间的的时间管理协议，这就是网络校时协议(NTP)。

2. 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[1]。

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。

2.1. 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：

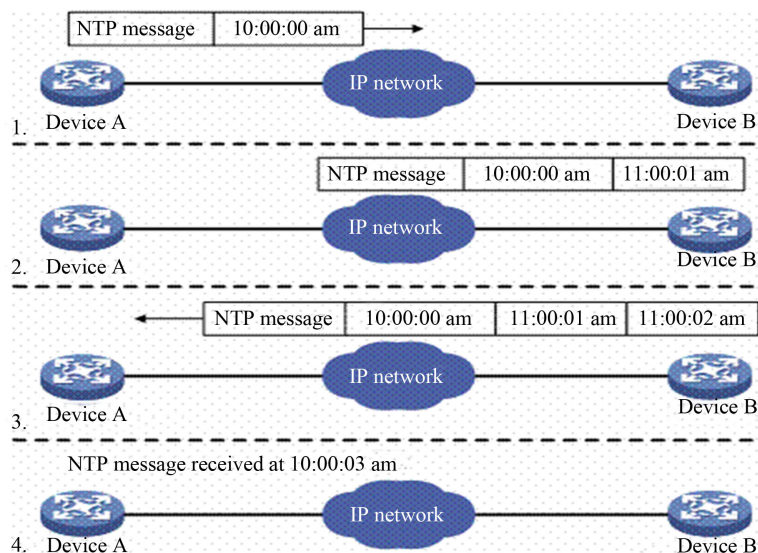


Figure 1. The basic principle of NTP
图 1. NTP 基本原理图

- 在 Device A 和 Device B 的系统时钟同步之前，Device A 的时钟设定为 5:00:00 am，Device B 的时钟设定为 6:00:00 am。
- 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。
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 5:00:00 am (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 6:00:01 am (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 6:00:02 am (T3)。
- 当 Device A 接收到该响应报文时，Device A 的本地时间为 5:00:03 am (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 $\text{Delay} = (T4 - T1) - (T3 - T2) = 2$ 秒。

Device A 相对 Device B 的时间差 $\text{offset} = ((T2 - T1) + (T3 - T4))/2 = 1$ 小时[1]。

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 RFC1305。

2.2. 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[2]。

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。

3. 河南有线 NTP 时钟源的选取

NTP 提供准确时间，首先要有准确的时间来源，这一时间应该是国际标准时间 UTC (Universal Time

Coordinated)。NTP 获得 UTC 的时间来源可以是原子钟、天文台、卫星，也可以从 Internet 上获取。这样就有了准确而可靠的时间源。

网络时间服务的实现方式主要有以下三种方式：

(1) 无线时钟。服务器系统可以通过串口连接一个无线时钟。无线时钟接收 GPS (全球卫星定位系统) 的卫星发射的信号来决定当前时间。无线时钟是一个非常精确的时间源，但是需要花一定的费用。

(2) 时间服务器。可以使用网络中 NTP 时间服务器，通过这个服务器来同步网络中的系统的时钟。

<http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/servers.html> 列出了 Internet 上有效的一级时间服务器。

(3) 局域网内的同步。如果只是需要在本局域网内进行系统间的时钟同步，就可以使用局域网中任何一个系统的时钟。需要选择局域网中的一个节点的时钟作“权威的”的时间源，然后其它的节点就只需要与这个时间源进行时间同步即可。如果一个系统在一个局域网的内部，同时又不能使用无线时钟，这种方式是最好的选择。

河南有线网络集团是以传输有线电视信号为主业的网络多业务运营企业，为了可靠接收电视信号，独立架设了卫星接收天线，因此能够为网络提供准确的外部时钟源。河南有线数字电视系统规划的时钟同步器以 GPS 卫星时间为标准时间源，支持 NTP 协议(V 2.0/V 3.0/V 4.0)和 SNTP 协议，能够为局域网内成百上千的计算机、服务器、路由器等提供时间校准。

建立多级时钟同步体系，可以在一个无序的网络环境下提供精确和健壮的时间服务，河南有线数字电视平台时钟连接结构如图 2 所示。

河南有线电视网络集团公司采用的时钟同步器为北京中新创科技有限公司研制开发的网络时间服务器 DNTS-88-OG，该型号的时钟同步器是一种高科技智能的、可独立工作的基于 NTP/SNTP 协议的高精度网络时钟服务器。

4. 河南有线网络 NTP 实现方案

河南有线广电网络从骨干网到城域网的设计思路和网络架构，包括出口设计、防火墙设计、数据中心 VSS 设计、IGP 设计和 MPLS VPN 设计等。数据网络采用分层架构，分为骨干核心层、骨干汇聚层以及城域网接入层。

在河南有线数据网络中，核心层路由器与骨干数据中心交换机之间采用双上行连接，在核心层路由器与各地市骨干接入路由器以及核心层路由器与骨干出口路由器之间都采用“口”字型连接，此种链接方式为网络设备提供冗余备份。因此，在考虑 NTP 方案部署是不仅要部署 NTP 层次之间的客户端/服务器模式，还要部署同一层次间的对等体模式。

作为广电网络所有数据及双向网络的时钟信息发布者，核心层设计 NTP 结构时需要选定精确度高的设备作为根时钟源的设备，目前选用与 GPS 时钟服务器直连的数据中心交换机作为全网时钟同步信息的发布者，NTP 层次等级设置为 1，该数据中心设备采用思科 6509，其版本为：Cisco IOS Software, s72033_rp Software (s72033_rp-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.2(33)SX12a, RELEASE SOFTWARE (fc2)，该设备通过网络到 GPS 时钟源服务器去同步时钟信息。

考虑到冗余的情况，GPS 时钟服务器分别通过物理端口发布时钟信息，并且两个物理端口处于不同的网段，因此在核心数据中心交换机 6509 上配置主、备两个时钟服务器地址去进行同步，当某一个地址失效时，将自动切换到另外一个时钟服务器地址去进行同步。此外，进一步考虑到数据中心交换机与 GPS 时钟服务器之间的网络风险，当数据中心交换机与 GPS 时钟服务器之间的网络瘫痪时，数据中心交换机 6509 将会选择本地时钟向全网设备提供时钟源，由此可见，数据中心交换机的地位尤为重要。为了避免物理链路失效导致的路由失效，本次部署时所有层次设备采用环回地址作为时钟源发布地址。

在骨干核心层，除了数据中心交换机外，河南全省 18 地市的互连设备都与核心路由器采用星型连接，考虑到网络结构，两台 CISCO CRS 设备向数据中心交换机进行时钟同步，并且两台 CISCO CRS 作为 18 地市互联设备的同步时钟源发布时钟信息。在两台 CRS 的 NTP 设计上，采用客户端/服务器方式+对等体方式，两台核心路由器都以数据中心交换机作为时钟源服务器，同时，两台核心路由器又以彼此作为对等体进行时钟同步，如图 3 所示。

两台 CRS 核心路由器的本地 NTP 等级设置为 3 级。这样做的原因是，当其中一台 CRS 核心路由器和数据中心交换机失去网络互连时，本身的 NTP 时钟级别变为 3 级，但是对等体 CRS 核心路由器的时钟源同步状态正常，等级为 2 级，这时对于 18 地市的互连设备来说，由于采用“口”字形连接，如图 4 所示，将会有两个时钟源进行选择，正常状态的 CRS 核心路由器 NTP 级别高于网络故障路由器的级别，18

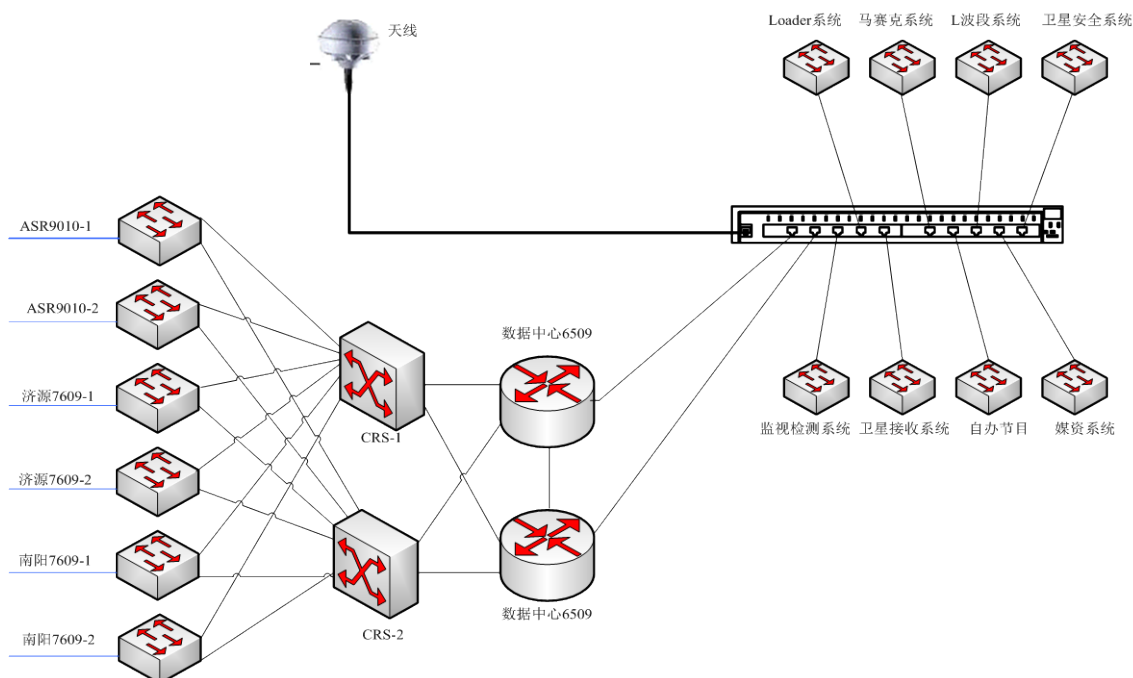


Figure 2. The structural representation of time synchronization system
图 2. 时钟同步系统结构示意图

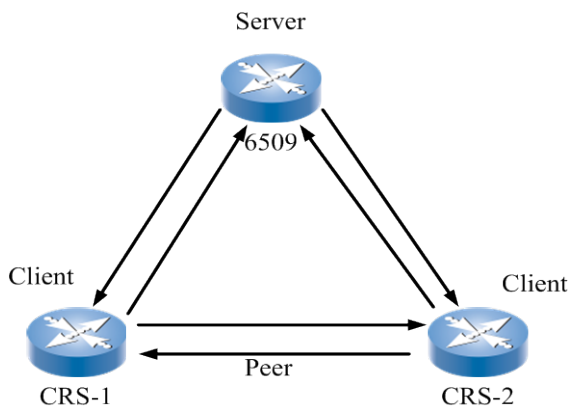


Figure 3. The design model 1 of backbone core network NTP
图 3. 骨干核心层 NTP 设计模型 1

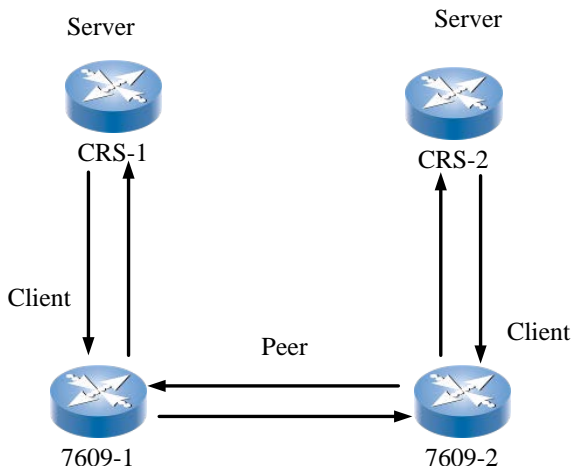


Figure 4. The design model 2 of backbone core network NTP
图 4. 骨干核心层 NTP 设计模型 2

地市的路由器通过选择, 仍然选择到正常的路由器去进行时钟同步, 最大限度的确保了时钟信息的准确性。

城域网中的设计思路与骨干核心层设计思路相同, 分别以各地市的 7609 设备作为时钟源服务器, 具体实现在这里不再进行赘述。另外, 从网络安全方面考虑, 在数据中心交换机上使能 NTP 认证, 要求客户端请求的同步消息中必须携带认证信息, 内容包括可靠的 Key 值和经 MD5 算法加密后的密钥。

由于城域网设备采用的是中兴 8905、8908 设备和华为 9306、9303 设备, 因此在方案部署的时还需要考虑不同厂家设备之间的对接测试, 包括认证 key 值范围, 所支持的 NTP 的工作模式。

5. 结语

通过在河南有线电视网络中实现 NTP 部署, 时钟源服务器根据全网物理拓扑结构, 实现了分层部署, 各层相关设备(包括路由器、交换机、服务器等)能够根据物理网络位置去获取精准的时钟源信息, 既保证全网时钟信息精确同步, 又分散大量设备进行时钟同步信令交互给核心时钟源服务器带来的压力。这样, 既实现了河南有线电视网络集团对全网业务提供统一时钟, 又增加了全网设备上报的相关日志信息可读性, 为运维人员对设备运行情况的掌握提供了便利, 提升了运维工作的效率。

另附, 相关配置命令解析, 以 CISCO CRS 设备为例:

```
ntp
authentication-key **** md5 encrypted ****-----配置认证 KEY 和密钥
authenticate-----使能认证
trusted-key ****-----信任认证 KEY
server #.#.# key**** source Loopback0-----主时钟源 server 地址
peer #.#.# key **** source Loopback0-----备时钟源 server 地址
source Loopback0-----时钟源更新地址
ntp master 3-----本地时钟源级别
```

参考文献 (References)

- [1] David, L. and Mills, R.F.C. (1992) 1305-Network Time Protocol (version 3) specification, implementation and analysis. March 1992.
- [2] David, L. and Mills, N.T.P. (2003) Architecture, protocol and algorithms.