

SNTP协议分析及其在CPR1000系统中的应用

Analysis of SNTP Protocol and Its Application in CPR1000 System

★北京广利核系统工程有限公司 迟宗岭, 宋宪均, 高景斌

摘要: 本文详细分析介绍了简单网络时间协议 (SNTP) 在工程项目中的应用, 解决了CPR1000项目中, 跨系统时钟不一致的问题。因时间偏差的存在, 随着时间的推移偏差将进一步扩大, 从而给交换机日志及操作系统日志分析带来困扰。本文提供了一套时间同步方案, 并对方案进行了充分分析和说明。

关键词: SNTP; 校时; NTP; MNET; SNET; CNET; UDP

Abstract: This paper analyzes and introduces the application of Simple Network Time Protocol (SNTP) in engineering projects in detail, which solves the problem of inconsistent switch time scale and Operating System SoftWare time scale in CPR1000 project. The existence of deviation will further expand with the passage of time, thus bringing troubles to the analysis of switch logs and Operating System logs. This paper provides a set of time synchronization schemes, and fully analyzes and explains the schemes.

Key words: SNTP; Timing; NTP; MNET; SNET; CNET; UDP

1 前言

在CPR1000项目系统中交换机采用内部的时钟晶振计时方式, 而此应用软件MACS系统设备则采用外部校时系统, 时钟源为GPS。经过长期运行, 交换机内部时间偏差会越来越大, 这种偏差对交换机自身影响不太大。但对于交换机Log日志进行数据分析, 发现设备故障以及系统之间存在的安全隐患, 对问题的快速、准确、及时定位将产生巨大影响。

本文详细描述了SNTP协议, 以及该协议在CPR1000非安全级设备中的应用, 通过授时设计和系

统内其它设备采用统一时钟源, 使DCS系统的Log日志和交换机的Log日志采用统一的时钟源, 从而达到监控网络日志为系统设备服务的目的。

对网络中的交换机进行授时设计, 需要首先了解一下SNTP协议。下面简单介绍一下SNTP协议。

2 SNTP协议的简单设计

网络时间协议 (NTP) 最早是由美国Delaware大学的Mills教授设计实现的, 从1982年最初提出到现在已发展了近40年。其目的是在国际互联网上传递统一、标准的时间。2001年最新的NTPv4精确度已经达到了200ms。对于实际应用, 又有确保秒级精度的简单的网络时间协议。

SNTP (Simple Network Time Protocol, 简单网络时间协议) 是NTP协议的简化版, 是用于跨广域或局域网同步时间的协议, 具有较高的精确度 (几十毫秒)。

SNTP适用于时间精确度低于NTP的客户机, 并建议仅限于使用在时间同步网的终端位置。SNTP的实现比较简单, 特别对于Client侧的实现。

从SNTP协议的精度分析, 在CPR1000项目系统中的交换机, 使用此协议进行时间校准, 在DCS系统Log日志中的时间戳达到毫秒级可以完全满足实际需要。

2.1 SNTP校时原理

SNTP协议主要是通过记录客户端向服务器发送数据包的时间戳T1、服务器端接收到该数据包的时间戳T2、服务器向客户端回应的时间戳T3和最后客户端接收到服务器回应的时间戳T4来计算客户端时间和服务

器端时间的偏差，从而进行校时，如图1所示。

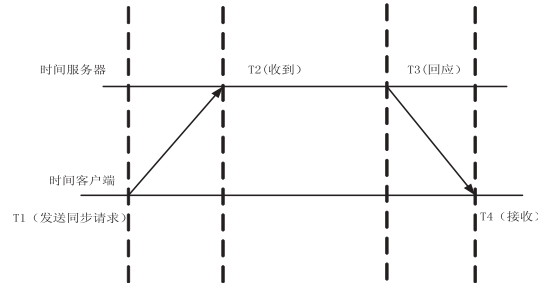


图1 客户与服务器时间对照

假设请求 $\delta_1 = (T_2 - T_1)$ 和回复 $\delta_2 = (T_4 - T_3)$ 在网上的传播时间相同，即： $\delta_1 = \delta_2$ ，则可得客户端时间与标准时间之差 α 如式（1）所示，数据包在网络上的传播时间 β 如式（2）所示：

$$\alpha = ((T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)) / 2 \tag{1}$$

$$\beta = (T_2 - T_1) + (T_4 - T_3) \tag{2}$$

α 、 β 只与 T_2 、 T_1 的差值和 T_4 、 T_3 的差值相关，而与 T_2 、 T_3 的差值无关，即最终的结果与服务器处理请求所需的时间无关。据此，客户端即可通过 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 计算出的时差 θ 去调整本地时钟。

真实的时钟偏差值是以测量所得的偏差值为中心的，而其可能的变化范围则等于测量所得的延迟。每一条NTP消息都包含最新的3个时间戳，第4个时间戳则由消息的到达时刻确定。因此，服务器和客户机都可以单独确定时间偏移。这种对称的连续采样的时间传输方法优点是对发送和接收的消息顺序没有要求，因此不需要可靠的传输途径。显然，最终的准确度将取决于发送和接收路径的统计特性。

2.2 SNTP协议格式

SNTP消息一般封装在UDP报文中，UDP的端口号是123，UDP头中的源端口和目的端口是一样的。SNTP消息紧跟在IP和UDP报头之后，其协议格式如表1所示。

表格1 报文格式

LI (2Bit)	VN (3Bit)	Mode (3Bit)	Stratum (8Bit)	Poll Interval (8Bit)	Precision (8Bit)
Root Delay, 32Bit (根时延)					
Root Dispersion, 32Bit (根离散)					
Reference Identifier, 32Bit (参考标识符)					
Reference Timestamp, 64Bit (参考时间戳)					
Originate Timestamp, 64Bit (原始时间戳)					
Receive Timestamp, 64Bit (接收时间戳)					
Transmit Timestamp (发送时间戳)					
Authenticatot (认证符)					

表1中，LI：当前时间闰秒标志。

VN表示版本号，字段长度为3位整数。

Mode表示协议模式，字段长度为3位，该字段包括以下值：0（预留）、1（对称行为）、2（对称被动）、3（客户机）、4（服务器）、5（广播）、6（NTP控制信息）、7（保留）。

Stratum用于对本地时钟级别的整体识别。

Poll Interval为有符号整数，表示连续信息间的最大间隔。

Precision为有符号整数，表示本地时钟精确度。

Root Delay为有符号固定点序号，表示主要参考源的总延迟，如很短时间内的15到16间的分段点。

Root Dispersion为无符号固定点序号，表示相对于主要参考源的正常差错，如很短时间内的位15到16间的分段点。

Reference Identifier为识别特殊参考源。

Reference Timestamp是系统时钟最后一次校准时间，对应图1中 T_4 。

Originate Timestamp是向服务器请求分离客户机的时间，采用64位时标（Timestamp）格式，对应图1中 T_1 。

Receive Timestamp是向服务器请求到达客户机的时间。也采用64位时标（Timestamp）格式，对应图1中 T_2 。

Transmit Timestamp是向客户机答复分离服务器的时间。采用64位时标（Timestamp）格式，对应图1中 T_3 。

2.3 SNTP工作方式

采用客户端/服务器的工作方式，可以采用单播或广播的模式。

单播即客户端定期直接与SNTP服务器交互获取时间差进行校时。CPR1000系统可以采用备份服务作为服务器、工程师站作为客户端的单播方式进行设置，如图2所示。

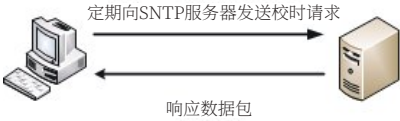


图2 客户端/服务器单播工作方式

广播则是SNTP服务器定期向指定的多播地址发送时间信息，SNTP客户端通过监听这些多播地址来获取

时间信息进行同步。CPR1000系统内部的交换机可以采用此方式进行时间同步,如图3所示。

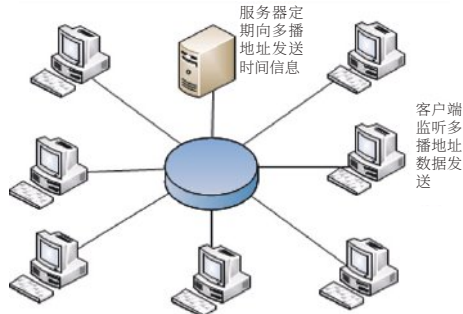


图3 客户端/服务器多播工作方式

3 CPR1000仪控系统校时设计

3.1 授时设计思路

在DCS系统中选择备份服务器作为时钟源,给客户端工程师站校时;同时,工程师站作为二级时钟源,利用交换机(西门子)本身自带的SNTP功能给MENT网络和SNET网络上的交换机校时,从而实现了交换机时间同步的目的,系统整体校时设计框图如图4所示。

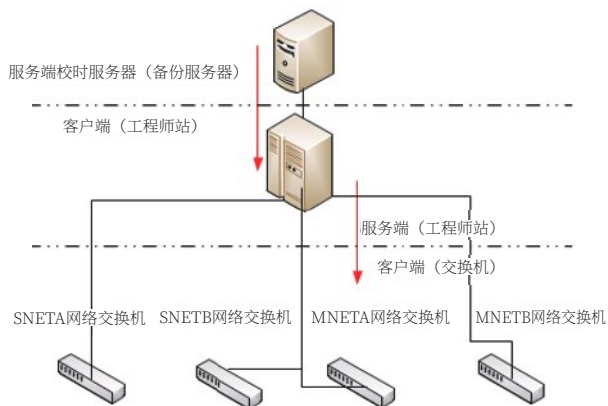


图4 系统整体校时设计框图

3.2 授时设备分析

可以通过Windows操作系统自身的校时系统,以网络中的备份服务器作为服务端,工程师站作为客户端进行校时。

服务端主机的参数设置(服务器),以备份服务器(操作系统为Windows Sever2003 R2)为例,备份服务器的校时系统由MACS系统软件自动校时,在

此不再陈述,下面描述一下工程师站如何开启SNTP Server服务。

4 服务设置

4.1 开启工程师站的SNTP Server服务

(1) 开启服务器NTP Server,注册表中找到子项: HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\W32Time\TimeProviders\NtpServer,将属性名称Enabled设置为1;

(2) 将服务器设置为可靠时间源,注册表中找到子项: HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\W32Time\Config,将属性名称AnnounceFlags设置为5;

(3) 注册表项: HKEY_LOCAL_MACHINE→SYSTEM→CurrentControlSet→Services→W32Time→Parameters Type设置为NTP(系统默认NT5DS);

(4) 重启W32Time服务,重启动Windows Time服务,此服务应设为自动启动;

(5) 如果需要更改客户端校时同步周期,可打开注册表,找到子项: HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\W32Time\TimeProviders\NtpClient,修改属性名称SpecialPollInterval的值,单位为秒。例如,十进制604800表示7天×24小时×60分钟×60秒;

(6) 进入系统服务,找到Windows Time服务,使用命令: services.msc;

(7) 将Windows Time服务设置为自动启动,点击应用和确定,鼠标右键重新启动Windows Time服务;

(8) 重新启动电脑或者主机,所有配置生效, NTP时钟搭建完毕,此时只需其他设备将本电脑IP填入时钟同步,点击更新即可同步修改时钟。

4.2 客户端主机的参数设置(西门子)

交换机(西门子)对SNTP功能的支持,ROS可能配置SNTP功能,通过周期性地和SNTP服务器通信,校正主板由于某些原因造成的内置时钟漂移。ROS也可通过SNTP为主机时钟同步请求服务。

交换机(西门子)设备支持SNTP Server/Client功能,如图5所示。

Product functions / Time	
Product function	
• SNTP client	Yes
• SNTP server	Yes
Protocol / is supported	
• SNTP	Yes

图5 SNTP Server/Client功能

ROS设备为用户提供了两个NTP服务器的可配置项（主用以及备份）。主用服务器为每个终端更新系统时间的首选时间服务器，如果主用服务器因故障而未能响应对时服务，终端将向备份服务器请求对时服务。如果主用或备份服务器都未能回应，则设备发出告警。

配置主用或备份NTP服务器，操作步骤如下：

- (1) 通过Web界面登录交换机；
- (2) 在Main Menu中，依次进入以下界面：Administration » System Time Manager » Configure NTP Server。出现NTP Server配置界面，如图6所示；

NTP Server

access admin

Server	IP Address	Update Period
Primary		60 min
Backup		60 min

图6 NTP Server 配置界面

- (3) 选择Primary或Backup，出现配置界面如图7所示；

NTP Server

access admin

Server: Primary

IP Address:

Update Period: 60 min

Apply

Reload

图7 配置界面

- (4) 点击“Apply”按钮，保存配置并立即生效。
- CPR1000项目中，设计了两台工程师站，用户可以根据现场实际情况，自主选择主备机，只需要填写相应IP地址即可。

5 结束语

本文结合CPR1000项目网络组成的实际情况，有针对性地提出了解决跨系统之间设备校时的方法，在没有增加外部硬件设备的前提下，利用SNTP协议和服务器的参数设置及交换机的校时功能，优化了现场设备运行的校时参数，给用户提供了可行的解决方案，为故障分析和快速准确定位异常Log日志提供了可靠的时间戳。AP

作者简介：
迟宗岭（1977-），男，山东聊城人，工程师，现就职于北京广利核系统工程有限公司，主要从事核安全级数字化仪控系统研究工作。

参考文献：

[1] 刘艳, 等. 网络监控中时间同步技术研究与应用[J]. 计算机应用研究, 2006, (12) : 132 - 134.
[2] 王建珍. 计算机网络时间同步技术应用研究[J]. 山西电子技术, 2005, (4) : 7 - 8.