

# 基于 GPS 信号和 NTP 协议的本地时间同步网络

Time Synchronization to Local Network Base on GPS single and NTP Protocol

谢 华 (中国重工集团江苏自动化研究所,江苏 连云港 222006)

## 摘 要

一般情况下,未接入互联网的本地网络中的计算机都使用本台的 BIOS 时钟作为自身时钟源,易导致本地网络中由于没有统一时间源产生本地网络时差。方案利用 GPS 信号中的精确时间信息作为本地网络时间源,通过 NTP 协议将本地网络中的各个需要时间服务的应用接点统一在相同的精准时间下。

关键词:GPS,NTP,本地局域网,时间同步

## Abstract

The computers in the local network which no access to the Internet using the station's own BIOS clock as the clock source,easily lead to local network time differences because lack an uniform time source.The solution use the accurate time information in GPS signal as the local network time source,each application node need of time service in the local network unified the same precision time by the NTP protocol.

Keywords:GPS,NTP,Local Network,time synchronization

随着网络的普及,网络设备和服务器日益增多,这些设备一般都使用自身晶振的时钟,而且是可以调节的。但是无法保证本地网络中的所有设备的时间是同步的,因为这些时钟每天会产生数秒、甚至数分钟的误差。经过长期运行,时间差会越来越大,这种偏差对于单机的运行中影响不太大,但对一些需要网络环境的应用就可能会引发意想不到的问题。如在流程性较强的协同工作环境中,如果每个主机时间不一致,会造成同一步骤的生成时间出现前后偏差,而导致流程服务无法正常地进行。随着各种网络应用的不断发展,对时间的要求也越来越高,否则会引起许多的问题,本文针对此种现象提供了一可行的解决方案。

## 1 GPS 时间信号

GPS 信号中的时间由原子钟产生,时间精度高。利用 GPS 接收电路解调 GPS 信号,从中提取时间信号作为网络时间服务器的时间基准。通过 NTP 协议,将精确地原子钟时间授时给本地网络中的各个计算机。

### 1.1 GPS 通讯协议

方案中采用 NMEA 协议中的相关信息取得高精度的世界时间,并以此为标准进行授时。NMEA 协议是为了在不同的 GPS(全球定位系统)导航设备中建立统一的 BTOM(海事无线电技术委员会)标准,由美国国家海洋电子协会(NMEA-The National Marine Electronics Association)制定的一套通讯协议。NMEA-0183 协议是 GPS 接收机应当遵守的标准协议,也是目前 GPS 接收机上使用最广泛的协议,大多数常见的 GPS 接收机、GPS 数据处理软件、导航软件都遵守或者至少兼容这个协议。

GPS 接收机根据 NMEA-0183 协议的标准规范,将位置、速度等信息通过串口传送到目标设备。我们不需要了解 NMEA 0183 通讯协议的全部信息,仅需要从中挑选出我们需要的数据。

NMEA-0183 协议定义的语句非常多,但是常用的或者说兼容性最广的语句只有 \$GPGGA、\$GPGSA、\$GPGSV、\$GPRMTC、\$GPVTG、\$GPGLL 等。由于 \$GPRMTC 语句中含有 UTC 时间和日期信息,与为提取 GPS 信号中的标准时间的主要目的相符,采用此种语句作为 GPS 模块的输出数据格式。

\$GPRMTC

例: \$GPRMTC,024813.640,A,3158.4608,N,11848.3737,E,10.05,324.27,150706,.,A\*50

字段 0:\$GPRMTC,语句 ID,表明该语句为 Recommended Minimum Specific GPS/TRANSIT Data(RMC)推荐最小定位信息

字段 1:UTC 时间,hhmmss.sss 格式

字段 2:状态,A=定位,V=未定位

字段 3:纬度 ddm m.mmm m,度分格式(前导位数不足则补 0)

字段 4:纬度 N(北纬)或 S(南纬)

字段 5:经度 dddmm.mmm m,度分格式(前导位数不足则补 0)

字段 6:经度 E(东经)或 W(西经)

字段 7:速度,节,Knots

字段 8:方位角,度

字段 9:UTC 日期,DDMMYY 格式

字段 10:磁偏角,(000 - 180)度(前导位数不足则补 0)

字段 11:磁偏角方向,E=东 W=西

字段 16:校验值

### 1.2 GPS 数据处理

GPS 接收模块接收到位置信号后,系统将对 GPS 的定位信息进行分解并提取出有用数据。GPS 信号接收和数据处理的过程:GPS 接收模块通过数据接口将 GPS 输出的定位数据传递给数据处理程序,主程序将模块获得的 GPS 数据进行解析,从中获取目标实时格林威治时间(我国标准北京时间为该时间加上 8 小时即为 UTC+8),再将当前准确时间发送出去。由于 NMEA-0183 协议采用逗号分隔字段,可以通过逗号的数目分别截取 GPS 数据中的时间和日期。GPS 信号接收和数据处理图 1 所示。

## 2 网络时间协议(NTP 协议)

### 2.1 NTP 的历史及发展

网络时间协议 NTP 是用于互联网中时间同步的标准之一,它的用途是把计算机的时钟同步到世界协调时 UTC,其精度在局域网内可达 0.1ms,在 Internet 上绝大多数的地方其精度可以达到 1~50ms。NTP 协议由时间协议、ICMP 时间戳消息及 IP 时间戳选项发展而来。NTP 用于将计算机客户或服务器的时间同步到另一服务器或参考时钟源。它使用 UTC 作为时间标准,是基于无连接的 IP 协议和 UDP 协议的应用层协议,使用层次式时间分布模型,所能取得的准确度依赖于本地时钟硬件的精确度和对设备及进程延迟的严格控制。在配置时,NTP 可以利用

冗余服务器和多条网络路径来获得时间的高准确性和高可靠性。实际应用中,又有确保秒级精度的简单的网络时间协议(Simple Network Time Protocol, SNTP)。

网络时间协议(NTP)的首次实现记载在 Internet Engineering Note 之中,其精确度为数百毫秒。稍后出现了首个时间协议的规范,即 RFC-778,它被命名为 DCNET 互联网时间服务,而它提供这种服务还是借助于

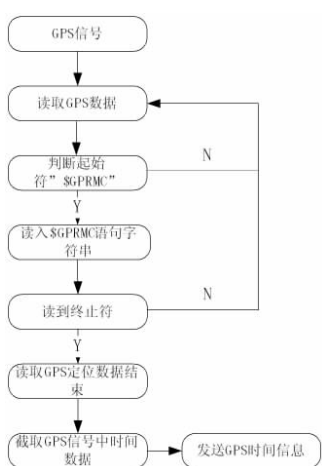


图1 GPS信号接收与处理流程

Internet control Message Protocol(ICMP),即互联网控制消息协议中的时间戳和时间戳应答消息。作为NTP名称的首次出现是在RFC-958之中,该版本也被称为NTP v0,其目的是为ARPA网提供时间同步。它已完全脱离ICMP,是作为独立的协议以完成更高要求的时间同步。它对于如本地时钟的误差估算和精密度等基本运算、参考时钟的特性、网络上的分组数据包及其消息格式进行了描述。但是不对任何频率误差进行补偿,也没有规定滤波和同步的算法。美国特拉华大学(University of Delaware)的David L. Mills主持了由美国国防部高级研究计划局DARPA、美国国家自然科学基金NSF和美国海军水面武器中心NSWC资助的网络时间同步项目,成功的开发出了NTP协议的第1、2、3版。

NTP v1 出现于1988年6月,在RFC-1059中描述了首个完整的NTP的规范和相关算法。这个版本已经采用了client/server模式以及对称操作,但是它不支持授权鉴别和NTP的控制消息。1989年9月推出了取代RFC-958和RFC-1059的NTP v2版本即RFC-1119。几乎同时,DEC公司也推出了一个时间同步协议,数字时间同步服务DTSS(Digital Time Synchronization Service)。在1992年3月,NTP v3版本RFC-1305问世,该版本总结和综合了NTP先前版本和DTSS,正式引入了校正原则,并改进了时钟选择和时钟滤波的算法,而且还引入了时间消息发送的广播模式,这个版本取代了NTP的先前版本。NTP v3发布后,一直在不断地进行改进,NTP实现的一个重要功能是对计算机操作系统的时钟调整。在NTP v3版本研究和推出的同时,有关在操作系统核心中改进时间保持功能的研究也在并行地进行。1994年推出了RFC-1589,名为A Kernel Model for Precision Timekeeping,即精密时间保持的核心模式,这个实现可以把计算机操作系统的时间精确度保持在微秒数量级。几乎同时,改进建议对本地时钟调整算法,通信模式,新的时钟驱动器,又提出了NTP v4适配规则等方面的改进描述了具体方向。

现在NTP的第4版正在研究和测试中,网络时间同步技术也将向更高精度、更强的兼容性和多平台的适应性方向发展。

## 2.2 NTP的原理

NTP最典型的授时方式是Client/Server方式。如图2所示,客户机首先向服务器发送一个NTP包,其中包含了该包离开客户机的时间戳 $T_1$ ,当服务器接收到该包时,依次填入包到达的时间戳 $T_2$ ,包离开的时间戳 $T_3$ ,然后立即把包返回给客户机。客户机在接收到响应包时,记录包返回的时间戳 $T_4$ 。客户机用上述4个时间参数就能计算出2个关键参数:NTP包的往返延

迟 $\delta$ 和客户机与服务器之间的时钟偏差 $\theta$ 。客户机使用时钟偏差来调整本地时钟,以使其时间与服务器时间一致。图2中:

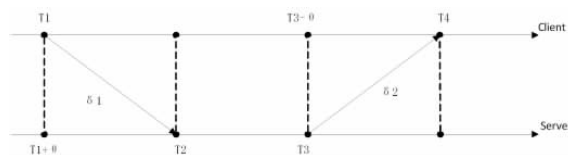


图2 Client/Server方式下NTP授时原理

$T_1$ 为客户发送NTP请求时间戳(以客户时间为参照); $T_2$ 为服务器收到NTP请求时间戳(以服务器时间为参照); $T_3$ 为服务器回复NTP请求时间戳(以服务器时间为参照); $T_4$ 为客户收到NTP回复包时间戳(以客户时间为参照); $\delta_1$ 为NTP请求包传送延时, $\delta_2$ 为NTP回复包传送延时; $\theta$ 为服务器和客户端之间的时间偏差, $\delta$ 为NTP包的往返时间。

现已知 $T_1, T_2, T_3, T_4$ ,希望求得 $\theta$ 以调整客户方时钟有:

$$\begin{cases} T_2 = T_1 + \theta + \delta_1 \\ T_4 = T_3 - \theta + \delta_2 \\ \delta = \delta_1 + \delta_2 \end{cases}$$

假设请求和回复在网上传播的时间相同,即 $\delta_1 = \delta_2$ ,则可解得:

$$\begin{cases} \theta = \frac{(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)}{2} \\ \delta = (T_2 - T_1) + (T_4 - T_3) \end{cases}$$

$\theta, \delta$ 只与 $T_2, T_1$ 差值, $T_3, T_4$ 差值相关,而与 $T_2, T_3$ 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,客户方A即可通过 $T_1, T_2, T_3, T_4$ 计算出时差 $\theta$ 去调整本地时钟。

## 2.3 NTP网络实现

NTP v4 是一个很重要的NTP协议,可是还没有一个正式的RFC文本协议的描述。因此采用NTP v3作为网络时间授时协议。其中需要注意的是网络中时间同步的层次关系以及每次时间同步的周期长短。

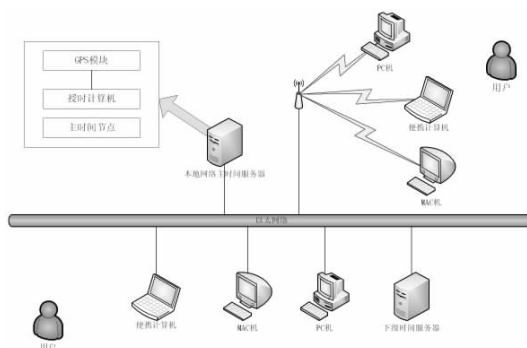


图3 系统结构

## 3 结束语

整个方案采用成熟的产品和技术,可广泛应用到多数行业的生产工作中。特别是一些工作范围较广的厂区、学校、车站等,利用该方案后有效的将内部工作时间协调同步起来,提高工作生产的效率。

## 参考文献

- [1]Garmin 公司.NMEA 01833.01[DB/OL].[20090207]. <http://www.nmea.org/store/index.asp?show=cprd&cid=8>
- [2]MILLS D L. Network time protocol(Version 3) specification, Implementation and Analysis-RFC1305,1992
- [3]黄沛芳.基于NTP的高精度时钟同步系统实现[J].电子技术应用,2009(10)

[收稿日期:2010.2.12]