



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102638339 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201210118205. 0

审查员 李锦玲

(22) 申请日 2012. 04. 20

(73) 专利权人 杭州华三通信技术有限公司

地址 310053 浙江省杭州市高新技术产业开发区之江科技工业园六和路 310 号华为杭州生产基地

(72) 发明人 赵里遥 梁学伟

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 谢安昆 宋志强

(51) Int. Cl.

H04L 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102244572 A, 2011. 11. 16,

CN 102098155 A, 2011. 06. 15,

CN 101827098 A, 2010. 09. 08,

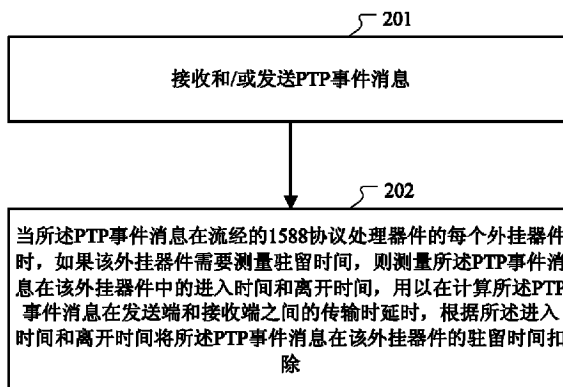
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于实现精确时间同步的方法和装置

(57) 摘要

本发明提供了一种用于实现精确时间同步的方法和装置,该方法包括:接收和/或发送 PTP 事件消息;当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除。本发明能够提高时间同步的精度。



1. 一种用于实现精确时间同步的方法,应用于 IEEE 1588 时间同步系统,其特征在于,该方法包括:

接收和 / 或发送 PTP 事件消息;

当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除;

其中,

需要测量驻留时间的 1588 协议处理器件的每个外挂器件中设置有时间戳计数器,且与所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率保持频率同步;

测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间的方法为:当所述 PTP 事件消息进入该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样,确定所述 PTP 事件消息的进入时间;当所述 PTP 事件消息离开该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样,确定所述 PTP 事件消息的离开时间;所述时间戳计数器的计数频率以所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率为参考频率,或者,以对所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率进行倍频、分频、或伺服后的频率为参考频率。

2. 根据权利要求 1 所述的用于实现精确时间同步的方法,其特征在于,

所述外挂器件包括 MAC、FPGA、PHY;

所述需要测量驻留时间的外挂器件包括 PTP 事件消息流经的 1588 协议处理器件的所有外挂器件;

或者,

所述需要测量驻留时间的外挂器件包括能够引起 PTP 事件消息的时延变化的 1588 协议处理器件的所有外挂器件。

3. 根据权利要求 1 所述的用于实现精确时间同步的方法,其特征在于,

所述 PTP 事件消息包括:同步 Sync 消息、时延请求 Delay-Req 消息、点对点时延请求 Pdelay-Req 消息、点对点时延响应 Pdelay-Resp 消息。

4. 根据权利要求 1 所述的用于实现精确时间同步的方法,其特征在于,

所述 1588 协议处理器件为 MAC 或 CPU。

5. 一种用于实现精确时间同步的装置,应用于 IEEE 1588 时间同步系统,其特征在于,该装置包括:设置单元、频率同步单元、收发单元、测量单元;

所述设置单元,用于在需要测量驻留时间的 1588 协议处理器件的每个外挂器件中设置时间戳计数器;

所述频率同步单元,用于将需要测量驻留时间的 1588 协议处理器件的每个外挂器件与所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率保持频率同步;所述各外挂器件设置的所述时间戳计数器的计数频率以所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率为参考频率,或者,以对所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率进行倍频、分频、或伺服后的频率为参考频率;

所述收发单元,用于接收和 / 或发送 PTP 事件消息;

所述测量单元,用于当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,

如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除;

其中,所述测量单元在测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间时,用于:当所述 PTP 事件消息进入该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样,确定所述 PTP 事件消息的进入时间;当所述 PTP 事件消息离开该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样,确定所述 PTP 事件消息的离开时间。

6. 根据权利要求 5 所述的用于实现精确时间同步的装置,其特征在于,

所述外挂器件包括:MAC、FPGA、PHY;

所述需要测量驻留时间的外挂器件包括 PTP 事件消息流经的 1588 协议处理器件的所有外挂器件;

或者,

所述需要测量驻留时间的外挂器件包括能够引起 PTP 事件消息的时延变化的 1588 协议处理器件的所有外挂器件。

7. 根据权利要求 5 所述的用于实现精确时间同步的装置,其特征在于,

所述 PTP 事件消息包括:同步 Sync 消息、时延请求 Delay-Req 消息、点对点时延请求 Pdelay-Req 消息、点对点时延响应 Pdelay-Resp 消息。

8. 根据权利要求 5 所述的用于实现精确时间同步的装置,其特征在于,

所述 1588 协议处理器件为 MAC 或 CPU。

一种用于实现精确时间同步的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及精确时间同步,特别涉及一种用于实现精确时间同步的方法和装置。

背景技术

[0002] IEEE 1588 协议 (Precision Time Protocol, PTP, 也即精确时间协议) 是一种规定系统中设备如何相互同步实时时间的分布式时间同步协议,具有亚微秒 (us) 级的时间同步性能。在 IEEE 1588 时间同步系统中,各时钟被组织成主从层级结构。在层级顶层的时钟为主时钟 (Grand-Master clock),主时钟决定了整个系统的参考时间。从时钟通过与主时钟交互 PTP 事件消息,使用交互 PTP 事件消息过程中得到的时间信息调整自身的时钟和层级中的主时钟一致。

[0003] IEEE 1588 时间同步系统可采用三种时钟模型,分别为:边界时钟 (BC) 模型、端到端透传时钟 (E2ETC) 模型、以及点对点透传时钟 (P2PTC) 模型。

[0004] 在 BC 模型中,PTP 事件消息包括同步 (Sync) 消息和时延请求 (Delay-Req) 消息两种,相邻时钟分别为主时钟和从时钟,从时钟和主时钟使用 Sync 消息和 Delay-Req 消息进行交互,并根据交互过程中获得的 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算时间偏移量 (offset),根据 offset 值来调整自身的时钟与主时钟保持时钟一致。

[0005] 在 E2ETC 模型中,PTP 事件消息包括同步 (Sync) 消息和时延请求 (Delay-Req) 消息两种;主时钟和从时钟之间存在多个透传时钟 (TC),从时钟和主时钟使用 Sync 消息和 Delay-Req 消息进行交互,并根据交互过程中获得的 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算 offset 值,根据 offset 值来调整自身的时钟与主时钟保持时钟一致。在从时钟和主时钟进行 PTP 消息交互的过程中,TC 负责转发 PTP 事件消息。由于 TC 对 PTP 事件消息进行转发处理时,涉及到复杂的存储转发处理过程,处理时间不稳定,会引起时延变化,因此,需要测量 PTP 事件消息在每个 TC 中的驻留时间。从时钟在计算 PTP 事件消息的传输时延时将该 PTP 事件消息在每个 TC 上的驻留时间扣除,从而将引入时延变化的因素去除。因此,从时钟计算得到的 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延只包括该 PTP 事件消息在主时钟和从时钟之间的所有相邻时钟上的时延。

[0006] 在 P2PTC 模型中,PTP 事件消息包括 Sync 消息、点对点时延请求 (Pdelay-Req) 消息、点对点时延请求 (Pdelay-Resp) 消息三种。主时钟和从时钟之间存在多个 TC,主时钟和从时钟使用 Sync 消息进行交互;相邻时钟之间使用 Pdelay-Req 消息和 Pdelay-Resp 消息进行交互,以获得相邻时钟之间的链路时延。从时钟在计算 Sync 消息的传输时延时,需要将主时钟到从时钟之间的任意两个相邻时钟间的链路时延扣除;另外,基于和 E2ETC 模型相同的理由,还将 Sync 消息在每个 TC 上的驻留时间扣除,从而使得到的传输时延为从时钟与主时钟之间的时间偏移量 (offset),可以直接根据该 offset 值调整自身的时钟与主时钟保持一致。

[0007] 上述三种模型中,从时钟根据 PTP 事件消息的传输时延计算与主时钟之间的时间偏移量时,均是基于 PTP 事件消息在主时钟和从时钟之间的传输时延稳定的假设。

[0008] 目前的 MAC 芯片和 PHY 芯片大多支持 IEEE 1588 协议。在实际系统中,往往由 MAC 芯片连接多个或多种 PHY,在 MAC 芯片上实现 IEEE 1588 协议,一定程度上可以减少芯片间同步的需求,并且现在 MAC 芯片一般集成了 uCore,为时间同步实现提供天然的支持,所以在 MAC 上实现 IEEE 1588 协议是一种性价比较高的方案。另外,现有技术中,也可以在 CPU 上实现 IEEE 1588 协议。下面以在 MAC 上实现 IEEE 1588 协议为例进行说明:

[0009] 参见图 1,图 1 是在 MAC 上实现 IEEE 1588 协议的架构示意图,如图 1 所示,在 MAC 层和 PHY 层之间进行时间戳处理,由于 MAC 芯片和物理链路之间通常会增加 MAC、现场可编程门阵列 (FPGA)、PHY 等外挂器件,因此,上述主时钟和从时钟之间的传输时延实际上包括了 PTP 事件消息在主时钟的 MAC 外挂器件上、物理链路上、以及从时钟的 MAC 外挂器件上的时延。现在的通信系统中,物理链路上的时延一般是稳定的,但是,MAC 外挂器件却会引入对 PTP 事件消息的时延变化,从而使得上述基于主时钟和从时钟之间的传输时延稳定的假设不成立,导致在 MAC 上实现 IEEE 1588 协议不稳定、不准确,进而导致时间同步精度下降。同样,在 CPU 上实现 IEEE 1588 协议时,由于 CPU 外挂器件的存在,也有同样的问题。

发明内容

[0010] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种用于实现精确时间同步的方法,应用该方法可以在实现精确时间同步时提高时间同步的精度。

[0011] 为了达到上述目的,本发明提供了一种用于实现精确时间同步的方法,该方法包括:

[0012] 接收和 / 或发送 PTP 事件消息;

[0013] 当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除。

[0014] 本发明还提供了一种用于实现精确时间同步的装置,该装置包括:收发单元、测量单元;

[0015] 所述收发单元,用于接收和 / 或发送 PTP 事件消息;

[0016] 所述测量单元,用于当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除。

[0017] 由上面的技术方案可知,本发明中,当接收和 / 或发送 PTP 事件消息时,当 PTP 事件消息流经需要测量驻留时间的 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,测量 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,并据此在计算 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时将 PTP 事件消息在该外挂器件上的时延扣除,从而可以在实现精确时间同步时提高时间同步的精度。

附图说明

[0018] 图 1 是现有技术中在 MAC 上实现 IEEE 1588 协议的架构示意图;

[0019] 图 2 是本发明实施例用于实现精确时间同步的方法流程图；

[0020] 图 3 是本发明实施例用于实现精确时间同步的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，下面结合附图并举实施例，对本发明的技术方案进行详细说明。

[0022] 参见图 2，图 2 是本发明实施例用于实现精确时间同步的方法流程图，包括以下步骤：

[0023] 步骤 201、接收和 / 或发送 PTP 事件消息。

[0024] 步骤 202、当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时，如果需要测量该外挂器件的驻留时间（也即在该外挂器件中的时延），则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间，用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时，根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除。

[0025] 本步骤中，所述 1588 协议处理器件可以是 MAC、也可以是 CPU。当在 MAC 上实现精确时间同步协议时，所述 1588 协议处理器件是 MAC；当在 CPU 上实现精确时间同步协议时，所述 1588 协议处理器件是 CPU。

[0026] 图 2 所示本发明实施例中，为了测量 PTP 事件消息在 1588 协议处理器件的外挂器件中的进入时间和离开时间，可以在需要测量驻留时间的每个外挂器件中设置一个时间戳计数器，当所述 PTP 事件消息进入该外挂器件时，可以对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样，进而确定 PTP 时间消息的进入时间；当所述 PTP 事件消息离开该外挂器件时，可以对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样，进而确定 PTP 时间消息的离开时间。

[0027] 这里，时间戳计数器的计数方式可以有多种，例如，可以在 PTP 事件消息进入外挂器件时从 0 开始计数，也可以持续进行计数，无论采用何种计数方式，PTP 事件消息的离开时间与进入时间的时间间隔均不会受到影响。

[0028] 将 PTP 事件消息在外挂器件上的驻留时间从 PTP 事件消息的传输时延中扣除的方法有多种，例如，可以利用 PTP 事件消息的 Correction filed 域，将 PTP 事件消息在外挂器件中的驻留时间进行累加，具体地，当 PTP 事件消息进入外挂器件时，将进入时间从 Correction filed 域中减去，当 PTP 事件消息离开外挂器件时，将离开时间在 Correction filed 域中加上。假设 T1 是 PTP 事件消息进入外挂器件时外挂器件的本地时间，T2 是 PTP 事件消息离开外挂器件时外挂器件的本地时间，则本申请计算各外挂器件的驻留时间的方法可以简单表述为：

[0029] 外挂器件每次产生的驻留时间 = $-T1+T2 = T2-T1$ 。

[0030] 当在需要测量驻留时间的每个外挂器件中设置时间戳计数器时，各外挂器件中的时间戳计数器的计时可以不一致，但是计数频率需要保持一致，计数频率一致是为了确保各外挂器件计时精度是一致的，从而可以消除 PTP 事件消息在各外挂器件中产生的驻留时间。

[0031] 在 IEEE 1588 时间同步系统中，已经实现了高精度频率的同步，因此，可以利用 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率，通过与所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精

度频率保持频率同步,从而实现 1588 协议处理器件的每个外挂器件中的时间戳计数器的计数频率一致。

[0032] 利用 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率实现 1588 协议处理器件的每个外挂器件中的时间戳计数器的计数频率一致的具体方法可以如下:

[0033] 将 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率作为时间戳计数器的计数频率的参考计数频率;或者,对 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率进行倍频、分频、或伺服,将倍频、分频、或伺服得到频率作为时间戳计数器的计数频率的参考频率。

[0034] 图 2 所示本发明实施例中,所述外挂器件可以是线卡 MAC、FPGA、PHY 等硬件器件。在实际应用中,可以对 PTP 事件消息在流经的每个外挂器件的进入时间和离开时间进行测量,也可以只对能够引起 PTP 事件消息的传输时延变化的外挂器件(也即 PTP 事件消息的驻留时间变化比较大的硬件器件,PTP 事件消息在其上的驻留时间是变化的,而非固定值)的进入时间和离开时间进行测量,例如 FPGA;而对于对 PTP 事件消息的传输时延变化的影响很小,几乎可以忽略不计的外挂器件,则可以不进行进入时间和离开时间的测量,例如 PHY。

[0035] 因此,所述需要测量驻留时间的外挂器件包括 PTP 事件消息流经的 1588 协议处理器件的所有外挂器件;或者,所述需要测量驻留时间的外挂器件包括能够引起 PTP 事件消息的时延变化的 1588 协议处理器件的所有外挂器件。

[0036] 图 2 所示本发明实施例中,所述的 PTP 事件消息具体包括:Sync 消息、Delay-Req 消息、Pdelay-Req 消息、以及 Pdelay-Resp 消息。

[0037] 本申请中,通过在 PTP 事件消息中标明每次驻留时间,以便于在时间同步相关计算中扣除 PTP 事件消息在每个 1588 协议处理器件的外挂器件上产生的驻留时间,提高时间精度。本申请适用于 1588 时间同步的各种应用场景,包括 BC 模型、E2ETC 模型、以及 P2PTC 模型。以下将 PTP 事件消息在外挂器件中的驻留时间称为时延,下面以在 MAC 上实现精确时间同步为例,针对图 2 所示本发明实施例在 IEEE 1588 时间同步系统中的应用进行举例说明。

[0038] 首先,对 IEEE 1588 时间同步系统采用 BC 模型时的情况进行说明:

[0039] 这种情况下,主时钟和从时钟交互的 PTP 消息包括 Sync 消息和 Delay-Req 消息,并在交互过程中得到 Sync 消息及 Delay-Req 消息的发送时间和接收时间,并据此得到 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延。

[0040] 在未应用本发明的情况下,当在 MAC 层实现精确时间同步时,Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延均包括消息在主时钟的 MAC 外挂器件上、物理链路上、以及从时钟的 MAC 外挂器件上的时延,由于主时钟及从时钟的 MAC 外挂器件上的时延不稳定,因此,最终根据 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算得到的从时钟与主时钟的时间偏移量不准确,导致时间同步精度下降。

[0041] 当应用图 2 所示本发明实施例的方法时,主时钟可以在发送 Sync 消息测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延,在接收 Delay-Req 消息时测量该 Delay-Req 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。同理,从时钟可以在接收 Sync 消息测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延,在发送 Delay-Req 消息时测量该 Delay-Req 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。

[0042] 从时钟可以获取主时钟测量的 Sync 消息及 Delay-Req 消息在主时钟的所有 MAC 外挂器件上的时延,从而在计算 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延时可以将 Sync 消息及 Delay-Req 消息在主时钟的 MAC 外挂器件上的时延、以及在从时钟的 MAC 外挂器件上的时延扣除。这样,从时钟计算得到的 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延只包括在主时钟和从时钟之间的物理链路上的时延。由于物理链路上的时延稳定,因此,应用本发明之后,基于主时钟和从时钟之间的传输时延稳定的假设成立,从而,根据 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算得到的从时钟与主时钟的时间偏移量准确,由此可知,应用本发明能够提高时间同步精度。

[0043] 其次,对 IEEE 1588 时间同步系统采用 E2ETC 模型时的情况进行说明:

[0044] 这种情况下,主时钟和从时钟交互的 PTP 消息包括 Sync 消息和 Delay-Req 消息,并在交互过程中得到 Sync 消息及 Delay-Req 消息的发送时间和接收时间。另外,主时钟和从时钟之间还存在一个或多个 TC,每个 TC 对 Sync 消息及 Delay-Req 消息在本机的驻留时间进行了测量。从时钟根据 Sync 消息及 Delay-Req 消息的发送时间和接收时间计算 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延时,将 Sync 消息及 Delay-Req 消息在每个 TC 中的驻留时间扣除。

[0045] 在未应用本发明的情况下,当在 MAC 层实现精确时间同步时,Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延均包括消息在主时钟的 MAC 外挂器件上、物理链路上、以及从时钟的 MAC 外挂器件上的时延。另外,由于 TC 通常也是在 MAC 层进行时间戳处理,因此,Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延还包括 Sync 消息及 Delay-Req 消息在流经的每个 TC 的 MAC 外挂器件上的接收时延和发送时延。由于主时钟、从时钟、以及 TC 的 MAC 外挂器件上的时延不稳定,因此,最终根据 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算得到的从时钟与主时钟的时间偏移量不准确,导致时间同步精度下降。

[0046] 当应用图 2 所示本发明实施例的方法后,主时钟可以在发送 Sync 消息测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延,在接收 Delay-Req 消息时测量该 Delay-Req 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。同理,从时钟可以在接收 Sync 消息测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延,在发送 Delay-Req 消息时测量该 Delay-Req 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。另外,TC 可以在接收和发送 Sync 消息及 Delay-Req 消息时测量 Sync 消息及 Delay-Req 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。

[0047] 从时钟可以获取主时钟测量的 Sync 消息及 Delay-Req 消息在主时钟的所有 MAC 外挂器件上的时延,以及在流经的每个 TC 的 MAC 外挂器件上的接收时延和发送时延,从而在计算 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延时可以将 Sync 消息及 Delay-Req 消息在主时钟的 MAC 外挂器件上的时延、在流经的每个 TC 上的接收时延和发送时延、以及在从时钟的 MAC 外挂器件上的时延扣除,这样,得到的 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延只包括在主时钟和从时钟之间的所有相邻时钟间的物理链路上的时延。由于物理链路上的时延稳定,因此,应用本发明之后,基于主时钟和从时钟之间的传输时延稳定的假设成立,从而,根据 Sync 消息及 Delay-Req 消息的传输时延计算得到的从时钟与主时钟的时间偏移量准确,由此可知,应用本发明能够提高时间同步精度。

[0048] 最后,对 IEEE 1588 时间同步系统采用 P2PTC 模型时的情况进行说明:

[0049] 这种情况下,主时钟和从时钟交互的 PTP 消息包括 Sync 消息,并在交互过程中得

到 Sync 消息的发送时间和接收时间。另外,主时钟和从时钟之间还存在一个或多个 TC,每个 TC 对 Sync 消息在本机的驻留时间进行了测量。主时钟和从时钟之间的任意两个相邻时钟间交互的 PTP 消息包括 Pdelay-Req 消息和 Pdelay-Resp 消息,通过交互 Pdelay-Req 消息和 Pdelay-Resp 消息可以得到相邻时钟之间的传输时延。从时钟根据 Sync 消息的发送时间和接收时间计算 Sync 消息的传输时延时,将 Sync 消息在每个 TC 中的驻留时间、以及流经的主时钟和从时钟之间的所有相邻时钟间的物理链路上的时延扣除。

[0050] 在未应用本发明的情况下,当在 MAC 层实现精确时间同步时,从时钟计算得到的 Sync 消息的传输时延实质上就是从时钟与主时钟的时间偏移量。但是,由于相邻时钟通过交互 Pdelay-Req 消息和 Pdelay-Resp 消息得到的传输时延不准确(与 IEEE 1588 时间同步系统采用 BC 模型时,主时钟和从时钟通过交互 Sync 消息和 Delay-Req 消息得到的主时钟和从时钟之间的传输时延不准确的原因相同,均是因为的得到的传输时延包括了 PTP 事件消息在两端时钟的 MAC 外挂器件上的时延,而在 MAC 外挂器件上的时延是不稳定的),因此,最终根据 Sync 的传输时延计算得到的相邻时钟时间偏移量也不准确,导致时间同步精度下降。

[0051] 当应用图 2 所示本发明实施例的方法时,主时钟可以在发送 Sync 消息测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。同理,从时钟可以在接收 Sync 消息时测量该 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。另外,TC 可以在接收和发送 Sync 消息时测量 Sync 消息在自身的所有 MAC 外挂器件上的时延。此外,相邻时钟之间通过交互 Pdelay-Req 消息和 Pdelay-Resp 消息计算得到的传输时延也只包括相邻时钟之间的物理链路上的时延。

[0052] 从时钟在计算 Sync 消息传输时延时可以将 Sync 消息在主时钟的 MAC 外挂器件上的时延、在流经的每个 TC 上的时延(包括 Sync 消息在 TC 的 MAC 层以上的各协议栈上的时延,以及在所有 MAC 外挂器件上的接收和发送时延)、在主时钟和从时钟之间所有相邻时钟间的物理链路上的时延、以及在从时钟的 MAC 外挂器件上的时延扣除,这样,得到的 Sync 消息的传输时延就是准确的时间偏移量。由此可知,应用本发明能够提高时间同步精度。

[0053] 以上对本发明实施例用于实现精确时间同步的方法进行了详细说明,本发明还提供了一种用于实现精确时间同步的装置。

[0054] 参见图 3,图 3 为本发明实施例用于实现精确时间同步的装置的结构示意图,该装置包括:收发单元 301、测量单元 302;其中,

[0055] 收发单元 301,用于接收和 / 或发送 PTP 事件消息;

[0056] 测量单元 302,用于当所述 PTP 事件消息流经 1588 协议处理器件的每个外挂器件时,如果需要测量该外挂器件的驻留时间,则测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间,用以在计算所述 PTP 事件消息在发送端和接收端之间的传输时延时,根据所述进入时间和离开时间将所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的驻留时间扣除。

[0057] 该装置还包括设置单元 303;

[0058] 所述设置单元 303,用于在需要测量驻留时间的每个外挂器件中设置时间戳计数器;

[0059] 所述测量单元 302 在测量所述 PTP 事件消息在该外挂器件上的进入时间和离开时间时,用于:当所述 PTP 事件消息进入该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进

行采样,确定所述 PTP 事件消息的进入时间;当所述 PTP 事件消息离开该外挂器件时,对该外挂器件中的时间戳计数器值进行采样,确定所述 PTP 事件消息的离开时间。

[0060] 该装置还包括频率同步单元 304,用于与所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率保持频率同步;

[0061] 所述设置单元 303 在需要测量驻留时间的每个外挂器件中设置的所述时间戳计数器的计数频率以所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率为参考频率;

[0062] 或者,

[0063] 所述设置单元 303 在需要测量驻留时间的每个外挂器件中设置的所述时间戳计数器的计数频率以对所述 IEEE 1588 时间同步系统中的高精度频率进行倍频、分频、或伺服后的频率为参考频率。

[0064] 所述外挂器件包括:MAC、FPGA、PHY;

[0065] 所述需要测量驻留时间的外挂器件包括 PTP 事件消息流经的 1588 协议处理器件的所有外挂器件;

[0066] 或者,

[0067] 所述需要测量驻留时间的外挂器件包括能够引起 PTP 事件消息的时延变化的 1588 协议处理器件的所有外挂器件。

[0068] 所述 PTP 事件消息包括:同步 Sync 消息、时延请求 Delay-Req 消息、点对点时延请求 Pdelay-Req 消息、点对点时延响应 Pdelay-Resp 消息。

[0069] 所述 1588 协议处理器件为 MAC 或 CPU。

[0070] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。

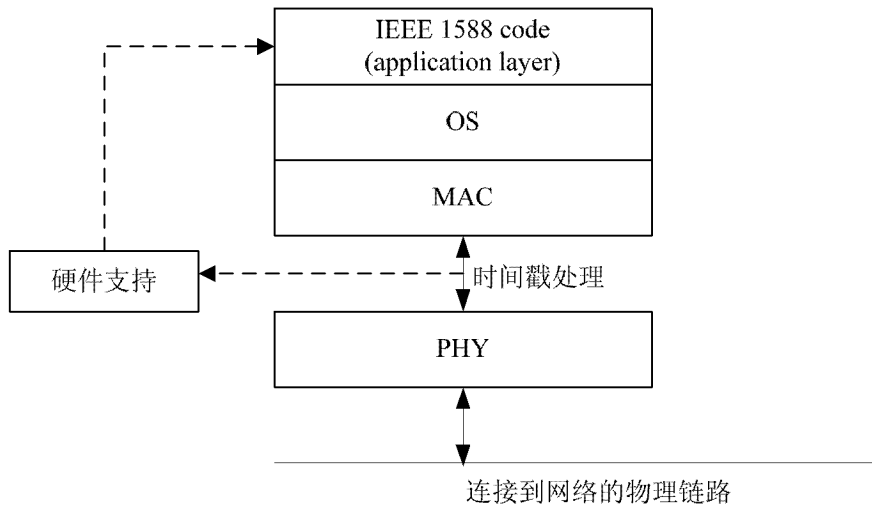


图 1

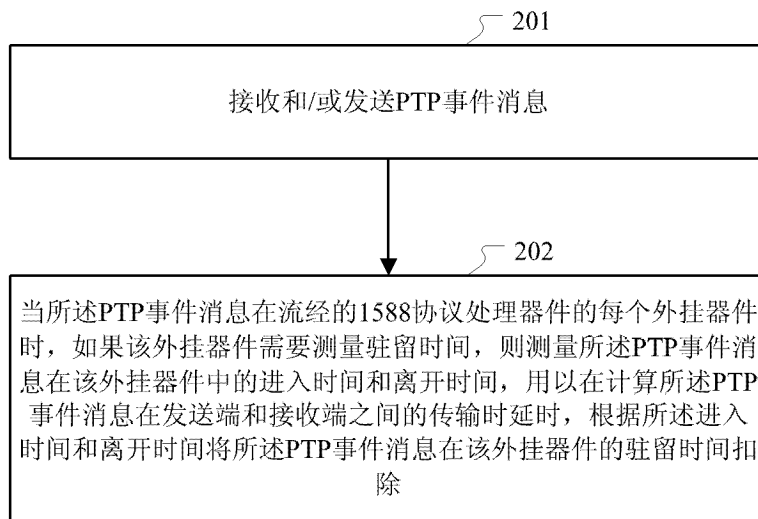


图 2

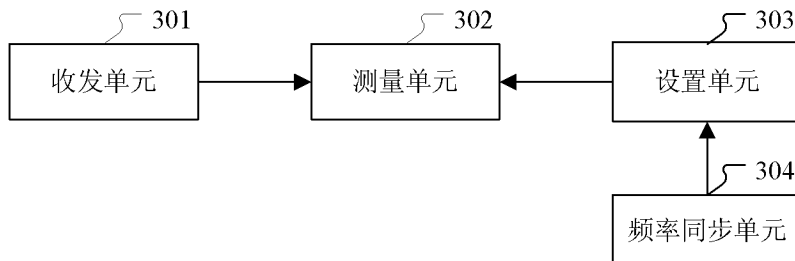


图 3