



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103138887 A

(43) 申请公布日 2013.06.05

(21) 申请号 201110398599.5

(22) 申请日 2011.12.05

(71) 申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法务部

(72) 发明人 张波 王雪松 梁敏超 张宣平 徐毓斌

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 龙洪

(51) Int. Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

H04J 3/06 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种 1588 事件报文的处理方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及网络通讯技术领域,提供了一种 1588 事件报文的处理方法,包括,在数据发送时,发送处理模块识别 1588 事件报文后,获取当前时间的戳作为发送时间戳,将发送时间戳数据和接收时间戳预留字段添加到 1588 事件报文中进行发送;在数据接收时,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的戳,把该时间戳数据添加到接收时间戳预留字段中。本发明还提供了一种 1588 事件报文的处理系统。采用本发明提供的技术方案,更加节省了软件和硬件资源,降低了处理的复杂度,同时可以做到兼容目前的技术方案,保证设备之间的互操作性。

在数据发送时,发送处理模块识别1588事件报文后,获取当前时间的戳,把该当前时间的戳作为发送时间戳(TxTimestamp)数据和接收时间戳(RxTimestamp)预留字段添加到1588事件报文中并发送出去;

S101

在数据接收时,接收处理模块识别1588事件报文后,并获取当前时间的戳,把该时间戳数据添加到接收时间戳预留字段。

S102

1. 一种 1588 事件报文的处理方法,其特征在于,包括,

在数据发送时,发送处理模块识别 1588 事件报文后,获取当前时间的时戳作为发送时戳,将发送时戳数据和接收时戳预留字段添加到 1588 事件报文中进行发送;

在数据接收时,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时戳,把该时戳数据添加到接收时戳预留字段中。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述发送处理模块识别 1588 事件报文体为,

在发送缓存区中写入 1588 事件报文后,发送处理模块从发送缓存区读出 1588 事件报文,解析并识别出该报文为 1588 事件报文。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述获取当前时间的时戳作为发送时戳具体为,

在发送 1588 事件报文帧起始标志 SFD 时,请求时间管理模块获取当前的时戳。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时戳,把该时戳数据添加到接收时戳预留字段中具体为,

接收处理模块接收到数据时,检测到帧起始标志 SFD 时,请求获取当前时间的时戳,解析并识别该接收报文为 1588 事件报文,若为 1588 事件报文,把获取的时戳替换 1588 事件报文的接收时戳预留字段;向接收缓存区写入该 1588 事件报文。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一所述的方法,其特征在于,1588 事件报文中的同步报文 Sync,延时请求报文 Delay\_Req,对等延时请求报文 Pdelay\_Req 在发送时戳字段后面添加 10 个字节接收报文时戳 RxTimestamp;

1588 事件报文中的对等延时响应报文 Pdelay\_Resp 格式没有预留接收 Pdelay\_Resp 报文的时戳字段,在报文最后添加接收报文时戳字段。

6. 一种 1588 事件报文的处理系统,其特征在于,包括,

发送处理模块,用于在数据发送时,识别 1588 事件报文后,获取当前时间的时戳作为发送时戳,将发送时戳数据和接收时戳预留字段添加到 1588 事件报文中进行发送;

接收处理模块,用于在数据接收时,识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时戳,把该接收报文时戳数据添加到接收时戳预留字段中;

时间管理模块,用于生成发送时戳和接收报文时戳。

7. 根据权利要求 6 所述的系统,其特征在于,还包括,

精确时间协议栈 PTP,用于产生 1588 事件报文,通过发送通讯接口把所述 1588 事件报文写入发送缓存中;并且用于通过接收通讯接口从接收缓存中读取接收报文数据,获取 1588 事件报文和对应的时戳数据;

发送通讯接口,用于把 PTP 协议栈产生的 1588 事件报文数据写入发送缓存中;

发送缓存,用于存储所述 PTP 协议栈产生的 1588 事件报文,并且在发送处理模块需要数据时读出缓存中的报文数据,完成对缓存的管理和控制;

接收缓存,用于接收接收处理模块接收到的 1588 事件报文;

接收通讯接口,用于从接收缓存中读出 1588 事件报文,把所述 1588 事件报文传输给 PTP 协议栈处理;

时间管理模块,用于根据 PTP 协议栈校准时间。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述发送处理模块具体用于,

当检测到网络空闲时,若发送缓存中有报文需要发送,进入发送状态,产生帧前导和帧起始界定符;同时读取发送缓存的数据,解析发送的报文,如果该发送报文为 1588 事件报文,在发送帧起始界定符 SFD 后,从时间管理模块获取当前发送的精确时间戳作为发送时间戳数据,并将该发送时间戳数据和接收时间戳预留字段添加到 1588 事件报文中。

9. 根据权利要求 8 所述的系统,其特征在于,若所述 1588 事件报文为对等延时响应事件报文,则所述发送处理模块还用于,

计算发送时间  $t_3$  和对等延时响应事件报文接收的时间  $t_2$  的差值,把该差值替换校准字段;接收时间戳预留字段写入全 0,产生循环冗余校验码 CRC,并把 CRC 数据添加到发送数据的末尾并发送出去。

10. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述接收处理模块具体用于,

当检测到数据有效时,接收数据并判断数据的合法性,当接收数据为帧起始界定符 SFD 时,通过时间管理模块获取接收数据的接收时间戳数据,并且把接收数据写入接收缓存中,当接收处理模块解析该数据包为 1588 事件报文时,把接收报文时间戳数据替换 1588 事件报文的接收时间戳预留字段,以及在接收数据时计算循环冗余校验码 CRC 校验,并把校验结果信息写入接收缓存。

## 一种 1588 事件报文的处理方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及网络通讯技术领域,尤其涉及一种网络时钟同步协议 1588 事件报文的处理方法及系统。

### 背景技术

[0002] IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers,电气电子工程协会)制定了 1588 标准,即网络测量和控制系统的精密时钟同步协议标准。该标准定义了一种通过网络数据包获取精确时间协议(Precision Time Protocol,PTP),该协议通过硬件和软件配合,网络上各个节点获取精确的时间同步,同步精度可以达到微秒级。这种通过网络协议获取同步的方法,使系统组网连接简化,并降低了成本,同时保证了精度要求,因此它广泛的应用在测试仪器、工业、网络通讯等领域。

[0003] PTP 系统是由 PTP 设备或非 PTP 设备组成的分布式网络系统。该协议详细描述了系统中的实时时钟是如何相互同步。该系统是一个主从同步的分级结构,整个系统的参考母时钟(grandmaster)处于分级结构的顶层,通过交换 PTP 定时消息获取设备之间的同步,从设备根据获取的定时报文调整他们的时钟,达到跟分级结构的主设备的时间一致。

[0004] PTP 协议定义了事件(event)报文和普通(general)报文。事件报文是包含发送和接收的准确时间戳报文,而普通报文不需要准确的时间戳。事件报文包括同步报文(Sync),延时请求报文(Delay\_Req),对等延时请求报文(Pdelay\_Req),对等延时响应报文(Pdelay\_Resp)。

[0005] PTP 协议同步机制是:网络的主时钟端口发出 Sync 报文,同时记下该报文发送时间  $t_1$ ,当为一步模式时,把该时间戳  $t_1$  加入到报文中随路发送,当为二步模式时,把该时间戳  $t_1$  在下一个普通报文 Follow\_Up 中发送;网络的从时钟端口接收到 Sync 报文后记下该时间戳  $t_2$ ,存储该时间戳  $t_2$  和对应的报文标识,传输给软件处理,软件查找时间戳对应标识来获取该报文的时间戳  $t_1$  和  $t_2$ 。接着从时钟端口发出 Delay\_Req 报文,同时记下该报文发送时间  $t_3$ 。而主时钟端口接收到 Delay\_Req 报文后,记下该时间戳  $t_4$ ,并把该时间戳  $t_4$  通过普通报文 Delay\_Resp 发送给从时钟端口。软件获取  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  后,根据协议处理计算时间偏差和延时,其中时间偏差  $T_{offset} = [(t_2-t_1)-(t_4-t_3)]/2$ ,时间延时  $T_{delay} = [(t_2-t_1)+(t_4-t_3)]/2$ 。

[0006] PTP 协议对等延时测量方法是:网络的一端 A 端口发出 Pdelay\_Req 报文,同时记下该发送报文时间  $t_1$ ;网络的另一端 B 端口接收到 Pdelay\_Req 报文后记下该时间戳  $t_2$ ,该时间戳  $t_2$  给硬件处理或软件处理。接着 B 端口发送 Pdelay\_Resp 报文,同时记下该报文发送时间  $t_3$ ,当为一步模式时,把时间戳  $t_3-t_2$  加入到该报文中随路发送,当为二步模式时,把时间戳  $t_2$  加入到 Pdelay\_Resp 报文中发送,而在普通报文 Pdelay\_Resp\_Follow\_Up(对等延时请求响应的跟随报文)中发送时间戳  $t_3$ 。而 A 端口接收到 Pdelay\_Resp 报文后,记下该时间戳  $t_4$ ,并该时间戳  $t_4$  给硬件处理或软件处理。B 端接收到 Pdelay\_Req 报文后,软件有几种不同的做法,在一步模式下,直接计算  $t_3-t_2$  时间加到 Pdelay\_Resp 报文

校准字段 correctionField 中 ;在二步模式下,把  $t_3-t_2$  时间差加到 Pdelay\_Resp\_Follow\_Up 报文中,或者  $t_2$  加到 Pdelay\_Resp 报文中,而  $t_3$  加到 Pdelay\_Resp\_Follow\_Up 报文中。A 端口在得到时间值  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  后,根据对等延时测量方法测量的延时为  $T_{\text{delay}} = [(t_2-t_1)+(t_4-t_3)]/2$ 。

[0007] PTP 协议在处理接收事件报文时,需要对接收事件报文的时间戳做处理,暂存时间戳数据和对应的报文标识,通过专用接口读出给硬件或软件处理。该处理需要耗费额外的软硬件资源,处理过程较复杂。

## 发明内容

[0008] 本发明解决的技术问题在于提供了一种网络时钟同步协议 1588 事件报文的处理方法及系统,以解决目前的时间戳处理,节省了软件和硬件的开销。

[0009] 为解决上述问题,本发明提供了一种 1588 事件报文的处理方法,包括,

[0010] 在数据发送时,发送处理模块识别 1588 事件报文后,获取当前时间的时间戳作为发送时间戳,将发送时间戳数据和接收时间戳预留字段添加到 1588 事件报文中进行发送;

[0011] 在数据接收时,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时间戳,把该时间戳数据添加到接收时间戳预留字段中。

[0012] 进一步地,所述发送处理模块识别 1588 事件报文体具体为,

[0013] 在发送缓存区中写入 1588 事件报文后,发送处理模块从发送缓存区读出 1588 事件报文,解析并识别出该报文为 1588 事件报文。

[0014] 进一步地,所述获取当前时间的时间戳作为发送时间戳具体为,

[0015] 在发送 1588 事件报文帧起始标志 SFD 时,请求时间管理模块获取当前的时间戳。

[0016] 进一步地,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时间戳,把该时间戳数据添加到接收时间戳预留字段中具体为,

[0017] 接收处理模块接收到数据时,检测到帧起始标志 SFD 时,请求获取当前时间的时间戳,解析并识别该接收报文为 1588 事件报文,若为 1588 事件报文,把获取的时间戳替换 1588 事件报文的接收时间戳预留字段;向接收缓存区写入该 1588 事件报文。

[0018] 进一步地,1588 事件报文中的同步报文 Sync,延时请求报文 Delay\_Req,对等延时请求报文 Pdelay\_Req 在发送时间戳字段后面添加 10 个字节接收报文时间戳 RxTimestamp;

[0019] 1588 事件报文中的对等延时响应报文 Pdelay\_Resp 格式没有预留接收 Pdelay\_Resp 报文的时间戳字段,在报文最后添加 10 个字节接收报文时间戳字段 requestingPortReceiptTimestamp。

[0020] 本发明还提供了一种 1588 事件报文的处理系统,包括,

[0021] 发送处理模块,用于在数据发送时,识别 1588 事件报文后,获取当前时间的时间戳作为发送时间戳,将发送时间戳数据和接收时间戳预留字段添加到 1588 事件报文中进行发送;

[0022] 接收处理模块,用于在数据接收时,识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时间戳,把该接收报文时间戳数据添加到接收时间戳预留字段中;

[0023] 时间管理模块,用于生成发送时间戳和接收报文时间戳。

[0024] 进一步地,上述系统还包括,

[0025] PTP 协议栈,用于产生 1588 事件报文,通过发送通讯接口把所述 1588 事件报文写入发送缓存中;并且用于通过接收通讯接口从接收缓存中读取接收报文数据,获取 1588 事件报文和对应的时间戳数据;

[0026] 发送通讯接口,用于把 PTP 协议栈产生的 1588 事件报文数据写入发送缓存中;

[0027] 发送缓存,用于存储所述 PTP 协议栈产生的 1588 事件报文,并且在发送处理模块需要数据时读出缓存中的报文数据,完成对缓存的管理和控制;

[0028] 接收缓存,用于接收接收处理模块接收到的 1588 事件报文;

[0029] 接收通讯接口,用于从接收缓存中读出 1588 事件报文,把所述 1588 事件报文传输给 PTP 协议栈处理;

[0030] 时间管理模块,用于根据 PTP 协议栈校准时间。

[0031] 进一步地,所述发送处理模块具体用于,

[0032] 当检测到网络空闲时,若发送缓存中有报文需要发送,进入发送状态,产生帧前导 preamble 和帧起始界定符 SFD;同时读取发送缓存的数据,解析发送的报文,如果该发送报文为 1588 事件报文,在发送帧起始界定符 SFD 后,从时间管理模块获取当前发送的精确时间戳作为发送时间戳数据,并将该发送时间戳数据和接收时间戳预留字段添加到 1588 事件报文中。

[0033] 进一步地,若所述 1588 事件报文为对等延时响应事件报文,则所述发送处理模块还用于,

[0034] 计算发送时间  $t_3$  和对等延时响应事件报文接收的时间  $t_2$  的差值,把该差值替换校准字段;接收时间戳预留字段写入全 0,产生循环冗余校验码 CRC,并把 CRC 数据添加到发送数据的末尾并发送出去。

[0035] 进一步地,所述接收处理模块具体用于,

[0036] 当检测到数据有效时,接收数据并判断数据的合法性,当接收数据为帧起始界定符 SFD 时,通过时间管理模块获取接收数据的接收时间戳数据,并且把接收数据写入接收缓存中,当接收处理模块解析该数据包为 1588 事件报文时,把接收报文时间戳数据替换 1588 事件报文的接收时间戳预留字段,以及在接收数据时计算循环冗余校验码 CRC 校验,并把校验结果信息写入接收缓存。

[0037] 采用本发明提供的技术方案,与现有技术相比,更加节省了软件和硬件资源,降低了处理的复杂度,同时可以做到兼容目前的技术方案,保证设备之间的互操作性。

#### 附图说明

[0038] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0039] 图 1 是本发明第一实施例流程图;

[0040] 图 2 是本发明实施例 1588 事件报文 Sync, Delay\_Req, Pdelay\_Req 报文的格式;

[0041] 图 3 是本发明实施例的 1588 事件报文 Pdelay\_Resp 报文的格式;

[0042] 图 4 是本发明第二实施例结构图。

## 具体实施方式

[0043] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚、明白,以下结合附图和实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0044] 本发明在每个 1588 事件报文字段的最后添加 10 个字节接收时间戳字段。发送事件报文时,可以预留 10 个字节的接收时间戳字段发送,而接收事件报文时,把时间戳添加到接收时间戳字段中,或者在接收到标准 1588 事件报文字段的最后添加接收时间戳字段,跟本发明定义的报文格式相同。

[0045] 如图 1 所示,是本发明第一实施例流程图,提供了一种 1588 事件报文的处理方法,具体包括,

[0046] 步骤 S101,在数据发送时,发送处理模块识别 1588 事件报文后,获取当前时间的时戳,把该当前时间的时戳作为发送时戳 (TxTimestamp) 数据和接收时戳 (RxTimestamp) 预留字段添加到 1588 事件报文中并发送出去,当兼容目前标准 1588 事件报文格式时不添加接收预留时戳字段。

[0047] 作为一个示例,上层模块向发送缓存区中写入 1588 事件报文,发送处理模块从发送缓存区读出 1588 事件报文,解析和识别出该报文为 1588 事件报文,在发送该报文帧起始标志 (Start of Frame delimiter, SFD) 时,请求时间管理模块获取当前的时戳;发送处理模块在发送 1588 事件报文时,把获取的时戳加入到 1588 事件报文的发送时戳 (TxTimestamp) 字段中并发送出去;发送处理模块发送完发送时戳 (TxTimestamp) 字段后,发送 10 个字节的接收时戳 (RxTimestamp) 保留字段,当考虑兼容标准 1588 事件报文格式时可以不添加 RxTimestamp 字段。

[0048] 步骤 S102,在数据接收时,接收处理模块识别 1588 事件报文后,并获取当前时间的时戳,把该时戳数据添加到接收预留时戳预留字段。

[0049] 作为一个示例,接收处理模块接收到数据时,检测到帧起始标志 SFD 时,请求获取当前时间的时戳;接收处理模块解析并识别该接收报文为 1588 事件报文,如果为 1588 事件报文,把获取的时戳替换 1588 事件报文的接收时戳 (RxTimestamp) 字段;接收处理模块向接收缓存区写入该 1588 事件报文;上层模块从接收缓存区读出报文,提取 1588 事件报文的时戳信息处理。

[0050] 在上述方法中,如图 2 所示,是本发明实施例 1588 事件报文 Sync, Delay\_Req, Pdelay\_Req 报文的格式。在 1588 标准报文中,事件报文 Sync 和 Delay\_Req 格式只有发送报文时戳字段 TxTimestamp,本发明在硬件和软件处理时扩展报文字段,在 TxTimestamp 字段后面添加 10 个字节接收报文时戳 RxTimestamp。在 1588 标准报文中,事件报文 Pdelay\_Req 最后 10 个字节为保留字段,在硬件和软件处理时重新定义该字段为接收报文时戳 RxTimestamp。

[0051] 上述方法中,如图 3 所示,是本发明实施例的 1588 事件报文 Pdelay\_Resp 报文的格式。

[0052] 在 1588 标准报文中,事件报文 Pdelay\_Resp 格式没有预留接收 Pdelay\_Resp 报文的时戳字段,本发明在硬件和软件处理时扩展字段,在报文最后添加 10 个字节接收报文时戳字段 requestingPortReceiptTimestamp。

[0053] 如图 4 所示,是本发明第二实施例结构图,提供了一种 1588 事件报文的处理系统,具体包括 PTP 协议栈 400,发送通讯接口 401,发送缓存 402,发送处理模块 403,时间管理模块 404,接收处理模块 405,接收缓存 406,接收通讯接口 407,其中,

[0054] PTP 协议栈 100 实现 1588 协议,完成网络之间的时间同步协议处理,线路延时测量和 1588 维护管理功能等。具体地,PTP 协议栈 400,用于产生 1588 事件报文,通过发送通讯接口 401 把报文数据写入发送缓存 402 中;并且用于通过接收通讯接口 407 从接收缓存 406 中读取接收报文数据,获取 1588 事件报文和对应的时间戳数据。

[0055] 发送通讯接口 401,用于把 PTP 协议栈的报文数据写入发送缓存 402 中,完成发送接口的转换功能。

[0056] 发送缓存 402,用于向缓存中写入需要发送的报文,并且在发送处理模块 103 需要数据时读出缓存中的报文数据,完成对缓存的管理和控制。

[0057] 发送处理模块 403 主要完成网口 MAC 发送功能,用于当检测到网络空闲时,如果发送缓存 402 中有报文需要发送,进入发送状态,产生帧前导

[0058] preamble 和帧起始界定符 SFD;同时读取发送缓存 402 的数据,解析发送的报文,如果该发送报文为 1588 事件报文,在发送帧起始界定符 SFD 后,从时间管理模块 404 获取当前发送的精确时间戳作为发送时间戳数据,并将该发送时间戳数据和接收时间戳预留字段(RxTimestamp 或 requestingPortReceiptTimestamp 字段)添加到 1588 事件报文中;若该发送报文为用户数据包 UDP 报文(1588 报文可以封装在层 2 和层 4 以太网报文中,当封装在层 4 的报文中时就是 UDP 的报文)时,重新计算加入发送时间戳数据的校验和 checksum,发送时间戳数据替换在 1588 事件报文的发送时间戳字段 TxTimestamp 并发送出去;

[0059] 作为一个示例,对 Pdelay\_Resp 事件报文,需要计算发送时间  $t_3$  和事件报文 Pdelay\_Req 接收的时间  $t_2$  的差值,把该差值替换校准字段 correctionField。RxTimestamp 或 requestingPortReceiptTimestamp 字段写入全 0 发送,当兼容标准 1588 报文格式时该字段不要添加。所有发送的数据都经过计算,产生循环冗余校验码(Cyclic Redundancy Check, CRC),并把 CRC 数据添加到发送数据的最后并发送出去。

[0060] 时间管理模块 404 负责本地时间的管理,用于生成发送和接收报文时间,同时根据 PTP 协议栈校准时间。

[0061] 接收处理模块 405 主要完成网口 MAC 接收功能,当检测到数据有效时,接收数据并判断数据的合法性,当接收数据为帧起始界定符 SFD 时,通过时间管理模块获取接收数据的接收时间戳数据;接收处理模块 405 把接收数据写入接收缓存 406 中;当接收处理模块 405 解析该数据包为 1588 事件报文时,把接收时间戳数据替换 1588 事件报文的 RxTimestamp 或 requestingPortReceiptTimestamp 字段,或者在标准 1588 事件报文字段最后添加接收时间戳(RxTimestamp)数据,并把该时间戳写入接收缓存 406 中;同时,接收处理模块 405 在接收数据时对数据计算循环冗余校验码 CRC 校验,并把校验结果信息写入接收缓存 406;

[0062] 接收缓存 406 管理接收数据的缓存,用于接收接收处理模块 405 向缓存中写入得到数据;

[0063] 接收通讯接口 407 从接收缓存 406 中读出数据,把数据传输给 PTP 协议栈处理,完成接收接口的转换。



[0064] 上述说明示出并描述了本发明的优选实施例,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

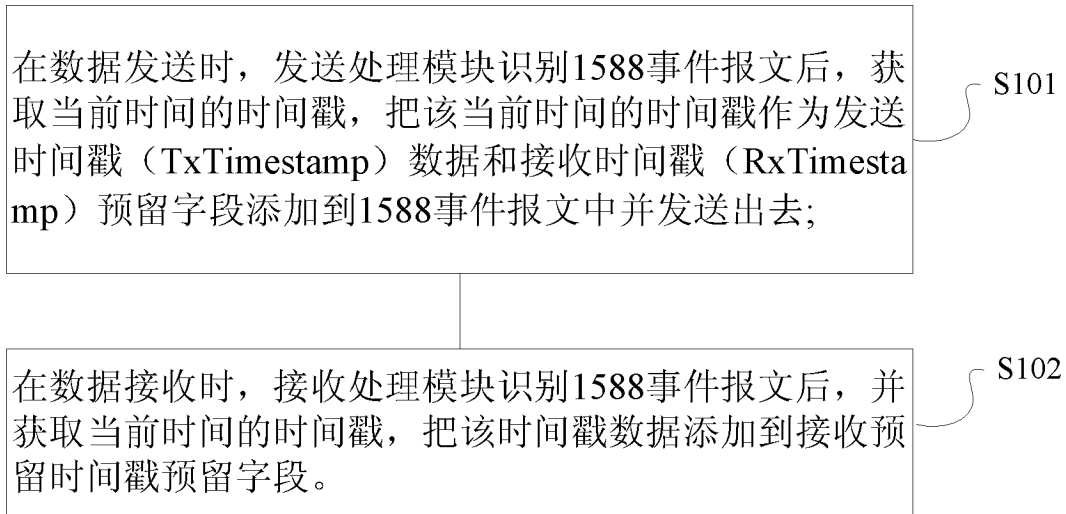


图 1

Bit								Octects	Offset
7	6	5	4	3	2	1	0		
header								34	0
TxTimestamp								10	34
RxTimestamp								10	44

图 2

Bit								Octects	Offset
7	6	5	4	3	2	1	0		
header								34	0
requestReceiptTimestamp								10	34
requestingPortIdentity								10	44
requestingPortReceiptTimestamp								10	54

图 3

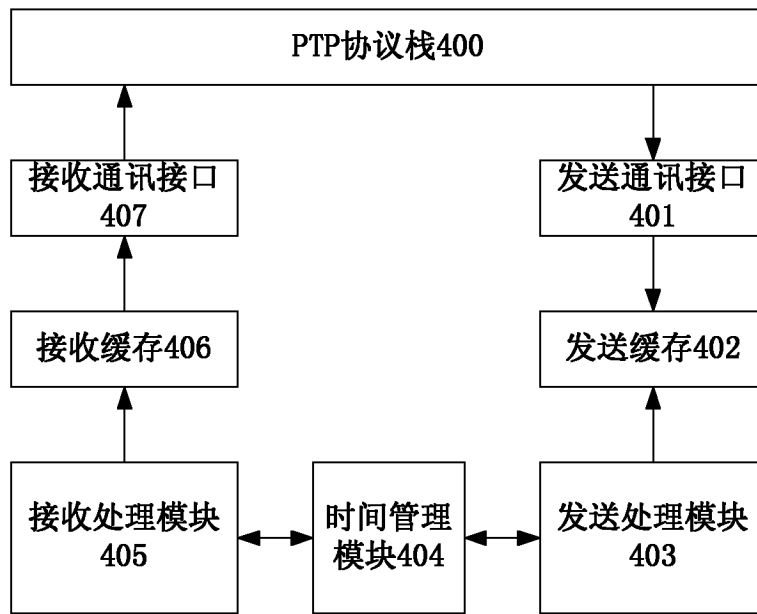


图 4