



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112887182 A  
(43)申请公布日 2021.06.01

(21)申请号 201911207356.1

(22)申请日 2019.11.29

(71)申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 贺冬冬 查敏 陈启昌 杨雄

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51)Int.Cl.

H04L 12/437(2006.01)

H04L 12/709(2013.01)

H04L 12/703(2013.01)

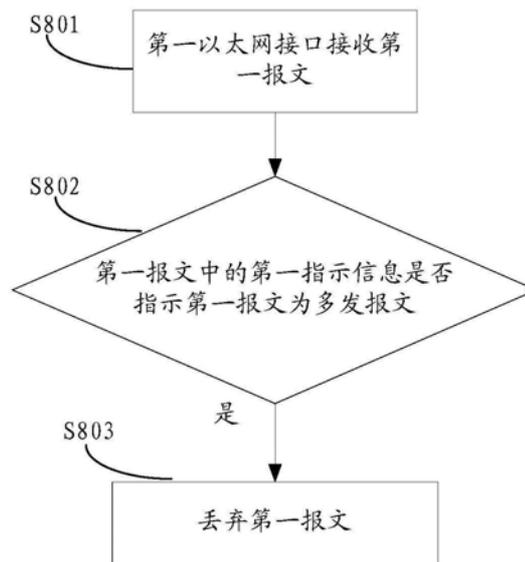
权利要求书4页 说明书26页 附图13页

(54)发明名称

数据传输方法、设备及系统

(57)摘要

本申请实施例提供数据传输方法、设备及系统,可应用于涉及车辆驾驶的系统,比如自动驾驶系统或车联网(vehicle to everything,V2X)系统,具体的,可应用于以太环网中的第一通信设备。其中,该第一通信设备的第一以太网接口检测到故障,该方法包括:第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,并确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,该第一通信设备丢弃第一报文,第一以太网接口为该第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口。基于该方案,可以简捷、高效地避免由于折叠倒换导致的,在同一环网传输方向上传输多份冗余报文的问题。



1. 一种数据传输方法,所述数据传输方法应用于以太环网中的第一通信设备,所述第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,其特征在于,所述方法包括:

所述第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,所述第一以太网接口为所述第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口;

所述第一通信设备确定所述第一报文中的第一指示信息是否指示所述第一报文为多发报文;

当所述第一指示信息指示所述第一报文为多发报文时,所述第一通信设备丢弃所述第一报文。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述第一通信设备的第一以太网接口接收所述第一以太网接口环回的所述第一报文。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述第一通信设备的第一以太网接口接收来自所述第一通信设备的第二以太网接口的所述第一报文。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述第一通信设备的第一以太网接口接收来自所述第一通信设备的第一业务接口的所述第一报文,所述第一业务接口为所述第一通信设备中用于与第一业务设备连接的接口。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信设备的第一业务接口接收来自所述第一业务设备的所述第一报文,所述第一报文中的第一指示信息指示所述第一报文为多发报文;

所述第一通信设备的第一业务接口向所述第一通信设备的第一以太网接口转发所述第一报文。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信设备的第一业务接口接收来自所述第一业务设备的第二报文;

所述第一通信设备将所述第二报文重新封装为所述第一报文,其中,当所述第二报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,所述第一指示信息指示所述第一报文为多发报文,当所述第二报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,所述第一指示信息指示所述第一报文为非多发报文;

所述第一通信设备的第一业务接口向所述第一通信设备的第一以太网接口转发所述第一报文。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信设备的第一业务接口向所述第一通信设备的第二以太网接口转发所述第一报文。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

当所述第一指示信息指示所述第一报文为非多发报文,且所述第一报文中第一字段的值为第一数值时,所述第一通信设备将所述第一字段的值设置为第二数值,其中,所述第一

数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向未发生改变,所述第二数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变;

所述第一通信设备的第一以太网接口向所述第一通信设备的第二以太网接口转发所述第一报文。

9. 一种数据传输方法,所述数据传输方法应用于以太环网中的第一通信设备,其特征在于,所述方法包括:

所述第一通信设备接收第一报文;

当所述第一报文中的第一字段的值为第二数值,且所述第一报文中的第一指示信息指示所述第一报文为多发报文时,所述第一通信设备丢弃所述第一报文,所述第二数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障;所述第一通信设备接收第一报文,包括:

所述第一通信设备的第一以太网接口接收所述第一以太网接口环回的所述第一报文,所述第一以太网接口为所述第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口;

所述方法还包括:

所述第一通信设备将所述第一字段的值设置为所述第二数值。

11. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述第一通信设备接收第一报文,包括:

所述第一通信设备的第二以太网接口接收来自第三通信设备的所述第一报文,所述第二以太网接口为所述第一通信设备中用于与第三通信设备连接的以太网接口。

12. 一种通信装置,所述通信装置为以太环网中的第一通信设备,所述通信装置在第一以太网接口上检测到故障,其特征在于,所述通信装置包括:收发模块和处理模块,所述收发模块包括所述第一以太网接口;

所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收第一报文;

所述处理模块,用于确定所述第一报文中的第一指示信息是否指示所述第一报文为多发报文;

当所述第一指示信息指示所述第一报文为多发报文时,所述处理模块,还用于丢弃所述第一报文。

13. 根据权利要求12所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收所述第一以太网接口环回的所述第一报文。

14. 根据权利要求12所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块还包括第二以太网接口;所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收来自所述第二以太网接口的所述第一报文。

15. 根据权利要求12所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块还包括第一业务接口;所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收第一报文,包括:

所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收来自所述第一业务接口的所述第一报文。

16. 根据权利要求15所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块,还用于通过所述第一业务接口接收来自第一业务设备的所述第一报文,所述第一报文中的第一指示信息指示所述第一报文为多发报文;

所述收发模块,还用于通过所述第一业务接口向所述第一以太网接口转发所述第一报文。

17. 根据权利要求15所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块,还用于通过所述第一业务接口接收来自第一业务设备的第二报文;

所述处理模块,还用于将所述第二报文重新封装为所述第一报文,其中,当所述第二报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,所述第一指示信息指示所述第一报文为多发报文,当所述第二报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,所述第一指示信息指示所述第一报文为非多发报文;

所述收发模块,还用于通过所述第一业务接口向所述第一以太网接口转发所述第一报文。

18. 根据权利要求17所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块还包括第二以太网接口;

所述收发模块,还用于通过所述第一业务接口向所述第二以太网接口转发所述第一报文。

19. 根据权利要求12-18任一项所述的通信装置,其特征在于,当所述第一指示信息指示所述第一报文为非多发报文,且所述第一报文中第一字段的值为第一数值时,

所述处理模块,还用于将所述第一字段的值设置为第二数值,其中,所述第一数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向未发生改变,所述第二数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变;

所述收发模块,还用于通过所述第一以太网接口向第二以太网接口转发所述第一报文。

20. 一种通信装置,所述通信装置为以太环网中的第一通信设备,其特征在于,所述通信装置包括:收发模块和处理模块;

所述收发模块,用于接收第一报文;

当所述第一报文中的第一字段的值为第二数值,且所述第一报文中的第一指示信息指示所述第一报文为多发报文时,所述处理模块,用于丢弃所述第一报文,所述第二数值用于指示所述第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变。

21. 根据权利要求20所述的通信装置,其特征在于,所述通信装置在第一以太网接口上检测到故障,所述收发模块包括所述第一以太网接口和第二以太网接口;

所述收发模块,用于接收第一报文,包括:

所述收发模块,用于通过所述第一以太网接口接收所述第一以太网接口环回的所述第一报文;

所述处理模块,还用于将所述第一字段的值设置为所述第二数值;

所述收发模块,还用于通过所述第一以太网接口向所述第二以太网接口转发所述第一报文。

22. 根据权利要求20所述的通信装置,其特征在于,所述收发模块包括第二以太网接

口;所述收发模块,用于接收第一报文,包括:

所述收发模块,用于通过所述第二以太网接口接收来自第三通信设备的所述第一报文。

23. 一种通信装置,其特征在于,所述通信装置包括:处理器和存储器;

所述存储器用于存储计算机执行指令,当所述处理器执行所述计算机执行指令时,以使所述通信装置执行如权利要求1-8中任一项所述的方法,或者,以使所述通信装置执行如权利要求9-11中任一项所述的方法。

24. 一种通信装置,其特征在于,所述通信装置包括:处理器和接口电路;

所述接口电路,用于接收计算机执行指令并传输至所述处理器;

所述处理器用于执行所述计算机执行指令,以使所述通信装置执行如权利要求1-8中任一项所述的方法,或者,以使所述通信装置执行如权利要求9-11中任一项所述的方法。

25. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,包括指令,当所述指令在通信装置上运行时,以使所述通信装置执行如权利要求1-8中任一项所述的方法,或者,以使所述通信装置执行如权利要求9-11中任一项所述的方法。

26. 一种数据传输系统,其特征在于,所述数据传输系统包括权利要求12-19中任一项所述的通信装置、第二通信设备以及第三通信设备;或者,

所述数据传输系统包括权利要求20-22中任一项所述的通信装置、第二通信设备以及第三通信设备。

## 数据传输方法、设备及系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及通信技术领域,尤其涉及数据传输方法、设备及系统。

### 背景技术

[0002] 车载网络(In-vehicle Network)指承载汽车内部的传感器、控制器和执行器等各类设备的数据传输的网络,为数据传输提供高可靠、低时延,以及短时间快速启动等特性。随着汽车电动化、智能化的发展,传统的诸如控制区域网络(control area network,CAN)等已经无法满足车载传感器等设备的大带宽等需求,因此,使用具备大带宽、拥有庞大产业生态圈的以太网作为下一代车载网络已经成为业界的主流共识。

[0003] 此外,环形网络拓扑具有简化骨干冗余拓扑、可使用多种故障恢复技术、以及简化控制协议等优点,是普遍采用的可靠性网络拓扑,从而可以将车载网络设计为环形以太网拓扑,即将以太环网作为车载网络,并在以太环网中使用双发选收机制或折叠倒换机制来满足传输可靠性要求。

[0004] 但是,若在以太环网中同时采用双发选收机制和折叠倒换机制,源节点会通过环网的顺时针和逆时针两个环网传输方向发送两份相同的冗余报文,在链路或节点发生故障的情况下,在环网接口检测到故障的节点实施折叠倒换时会对双发的报文进行倒换,从而导致未发生故障的环网传输方向上先后传输两份相同的冗余报文,进而使得目的节点进行不必要的选收,同时造成未发生故障的环网传输方向上的带宽浪费。基于此,现有技术中提出,在作为车载网络的以太环网中的各个节点中人工配置基于流的访问控制列表(access control list,ACL),从而基于该ACL禁止转发折叠倒换后的双发的冗余报文。

[0005] 然而,对于车载网络中较多的业务流量来说,人工配置非常复杂且会占用大量的ACL表项,还可能由于各个节点连接的各类传感器等的变化或环网中节点的变化,而更新所有节点的ACL表项,可扩展性较差。因此,在以太环网同时采用双发选收机制和折叠倒换机制的情况下,如何简捷、高效地避免在同一环网传输方向上传输两份冗余报文,是目前亟待解决的问题。

### 发明内容

[0006] 本申请实施例提供一种数据传输方法、设备及系统,可以简捷、高效地避免由于折叠倒换导致的,在同一环网传输方向上传输多份冗余报文的问题。

[0007] 为达到上述目的,本申请的实施例采用如下技术方案:

[0008] 第一方面,提供了一种数据传输方法及相应的装置,该数据传输方法应用于以太环网中的第一通信设备,该第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,该方案中,该第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,该第一以太网接口为第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口,之后,第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文,当该第一指示信息指示第一报文为多发报文时,第一通信设备丢弃第一报文。

[0009] 基于本申请实施例的方案,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的情况下,通过第一指示信息识别多发报文并将多发报文丢弃,避免了在折叠倒换过程中对多发报文的折叠倒换,从而使得数据传输系统中不存在折叠倒换后的多发报文,进而可以简捷、高效地避免由于折叠倒换导致的,在同一传输路径上传输多份冗余报文的问题。当传输多发报文的多条传输路径中包括同一个以太环网的顺时针和逆时针两个传输方向上的传输路径时,即可以避免由于折叠倒换导致的在该以太环网的同一环网方向上传输至少两份相同的冗余报文的问题。

[0010] 在一种可能的设计中,该第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:该第一通信设备的第一以太网接口接收第一以太网接口环回的第一报文。基于该方案,第一通信设备可以识别环回的多发报文并丢弃,从而避免对多发报文实施折叠倒换,进而可以避免在以太环网中的同一传输路径上传输多份冗余报文。

[0011] 在一种可能的设计中,该第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:第一通信设备的第一以太网接口接收来自该第一通信设备的第二以太网接口的该第一报文。基于该方案,第一通信设备在第一以太网接口处实施端口级环回之前,可以识别并丢弃多发报文,从而避免对多发报文的环回,进而避免在后续的折叠倒换过程中对多发报文进行折叠倒换。

[0012] 在一种可能的设计中,第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,包括:第一通信设备的第一以太网接口接收来自第一通信设备的第一业务接口的第一报文,该第一业务接口为第一通信设备中用于与第一业务设备连接的接口。

[0013] 在一种可能的设计中,该数据传输方法还包括:该第一通信设备的第一业务接口接收来自第一业务设备的第一报文,该第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文,第一通信设备的第一业务接口向第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文。基于该方案,第一通信设备可以根据第一指示信息识别来自业务设备的多发报文,并在检测到故障后实施端口级环回之前丢弃该多发报文,从而避免对多发报文的环回,进而避免在后续的折叠倒换过程中对多发报文进行折叠倒换。

[0014] 在一种可能的设计中,该数据传输方法还包括:该第一通信设备的第一业务接口接收来自第一业务设备的第二报文,进而将该第二报文重新封装为第一报文,并由第一通信设备的第一业务接口向第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文,其中,当第二报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,第一指示信息指示第一报文为多发报文,当第二报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,第一指示信息指示第一报文为非多发报文。

[0015] 基于该方案,第一通信设备可以根据业务设备发送的报文对应的可靠性机制将该报文封装成第一指示信息不同的第一报文,从而后续在第一以太网接口上检测到故障时丢弃使用多发选收机制保护的第一报文,避免对多发报文的环回,进而避免在后续的折叠倒换过程中对多发报文进行折叠倒换。

[0016] 在一种可能的设计中,该数据传输方法还包括:该第一通信设备的第一业务接口向第一通信设备的第二以太网接口转发该第一报文。

[0017] 在一种可能的设计中,该数据传输方法还包括:当第一指示信息指示第一报文为非多发报文,且第一报文中第一字段的值为第一数值时,该第一通信设备将第一字段的值设置为第二数值,其中,该第一数值用于指示该第一报文在所述以太环网中的传输方向未

发生改变,该第二数值用于指示该第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变。基于该方案,在折叠倒换过程中,第一通信设备仅对非多发报文进行折叠倒换,从而可以减少带宽浪费,避免接收节点不必要的选收。

[0018] 第二方面,提供了一种数据传输方法及相应的装置,该数据传输方法应用于以太环网中的第一通信设备,该方案中,第一通信设备接收第一报文,当第一报文中的第一字段的值为第二数值,且第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文时,第一通信设备丢弃第一报文,其中,第二数值用于指示第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变。

[0019] 基于本申请实施例的方案,以太环网中的通信设备在报文接收时可以通过第一指示信息识别多发报文,并丢弃经过折叠倒换的多发报文,从而可以简捷、高效地避免在同一传输路径上传输多份冗余的报文。当传输多发报文的的多条传输路径中包括同一个以太环网的顺时针和逆时针两个传输方向上的传输路径时,即可以避免由于折叠倒换导致的在该以太环网的同一环网方向上传输至少两份相同的冗余报文的问题。

[0020] 在一种可能的设计中,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,第一通信设备接收第一报文,包括:第一通信设备的第一以太网接口接收第一以太网接口环回的第一报文,该第一以太网接口为第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口;该数据传输方法还包括:第一通信设备将第一字段的值设置为第二数值。

[0021] 在一种可能的设计中,第一通信设备接收第一报文,包括:第一通信设备的第二以太网接口接收来自第三通信设备的第一报文,该第二以太网接口为第一通信设备中用于与第三通信设备连接的以太网接口。

[0022] 结合上述第一方面或第二方面,在一种可能设计中,多发选收机制指:源设备通过M条不同的传输路径向目的设备发送至少M份相同的报文,在目的设备处接收该至少M份相同的报文中的一份报文,丢弃该至少M份报文中的其他冗余报文,M为大于等于2的正整数。

[0023] 结合上述第一方面或第二方面,在一种可能设计中,本申请实施例中的多发报文是指:在源设备与目的设备之间的M条不同的传输路径上传输的至少M份相同报文中的任意一份报文。可以理解的是,本申请实施例中,上述M条不同的传输路径中的任意一条传输路径上传输上述至少M份相同报文中的至少一份报文。

[0024] 结合上述第一方面或第二方面,在一种可能设计中,上述M条不同的传输路径中的任意一条传输路径上的通信设备均为同一个以太环网中的通信设备;M条不同的传输路径中任意两条传输路径中属于以太环网的部分不重叠。

[0025] 结合上述第一方面或第二方面,在一种可能设计中,当M等于2时,多发选收机制即为双发选收机制。当双发选收机制应用于一个以太环网中时,双发选收机制可以指:源设备通过以太环网中的顺时针传输方向和逆时针传输方向向目的设备发送至少两份相同的报文,在目的设备处接收该至少两份相同报文中的一份报文,丢弃该至少两份相同报文中的其他冗余报文。

[0026] 结合上述第一方面或第二方面,在一种可能设计中,当M等于2时,当双发选收机制应用于一个以太环网中时,双发报文可以指:在以太环网的顺时针和逆时针传输方向上传输的至少两份相同报文中的任意一份报文。可以理解的是,本申请实施例中,在上述以太环网的顺时针和逆时针传输方向中的任意一个传输方向上传输上述至少两份相同报文中的

至少一份报文。

[0027] 第三方面,提供了一种通信装置用于实现上述各种方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。所述通信装置包括实现上述方法相应的模块、单元、或手段(means),该模块、单元、或means可以通过硬件实现,软件实现,或者通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块或单元。

[0028] 第四方面,提供了一种通信装置,包括:处理器,还可以包括存储器;该存储器用于存储计算机指令,当该处理器执行该指令时,以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。

[0029] 第五方面,提供了一种通信装置,包括:处理器;所述处理器用于与存储器耦合,并读取存储器中的指令之后,根据所述指令执行如上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。

[0030] 第六方面,提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当所述指令在通信装置上运行时,使得通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。

[0031] 第七方面,提供了一种包含指令的计算机程序产品,当所述指令在通信装置上运行时,使得所述通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。

[0032] 第八方面,提供了一种通信装置(例如,该通信装置可以是芯片或芯片系统),该通信装置包括处理器,用于实现上述任一方面中所涉及的功能。在一种可能的设计中,该通信装置还包括存储器,该存储器,用于保存必要的程序指令和数据。该通信装置是芯片系统时,可以由芯片构成,也可以包含芯片和其他分立器件。

[0033] 第九方面,提供了一种通信装置,包括:处理器和接口电路,该接口电路可以为代码/数据读写接口电路,该接口电路用于接收计算机执行指令(计算机执行指令存储在存储器中,可能直接从存储器读取,或可能经过其他器件)并传输至该处理器;该处理器用于运行所述计算机执行指令以执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第二方面中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。

[0034] 其中,第三方面至第九方面中任一种设计方式所带来的技术效果可参见上述第一方面或第二方面中不同设计方式所带来的技术效果,此处不再赘述。

[0035] 第十方面,提供一种数据传输系统,该通信系统包括上述第一方面或第二方面所

述的第一通信设备、第二通信设备和第三通信设备。

[0036] 本申请的这些方面或其他方面在以下实施例的描述中会更加简明易懂。

#### 附图说明

[0037] 图1a为本申请实施例提供了一种数据传输系统的结构示意图；

[0038] 图1b为本申请实施例提供的另一种数据传输系统的结构示意图；

[0039] 图1c为本申请实施例提供的又一种数据传输系统的结构示意图；

[0040] 图1d为本申请实施例提供了一种双发选收示意图一；

[0041] 图1e为本申请实施例提供了一种三发选收示意图；

[0042] 图2a为本申请实施例提供了一种双发选收示意图二；

[0043] 图2b为本申请实施例提供了一种双发选收示意图三；

[0044] 图2c为本申请实施例提供了一种双发选收示意图四；

[0045] 图2d为本申请实施例提供了一种双发选收示意图五；

[0046] 图3a为本申请实施例提供的正常情况下的报文传输路径示意图；

[0047] 图3b为本申请实施例提供的异常情况下的折叠倒换示意图；

[0048] 图4为本申请实施例提供了一种通信设备的结构示意图；

[0049] 图5为同时使用双发选收机制和折叠倒换机制时异常情况下的报文传输路径示意图；

[0050] 图6a为本申请实施例提供了一种多发报文的帧格式一；

[0051] 图6b为本申请实施例提供了一种多发报文的帧格式二；

[0052] 图6c为本申请实施例提供了一种多发报文的帧格式三；

[0053] 图6d为本申请实施例提供了一种多发报文的帧格式四；

[0054] 图7a为本申请实施例提供了一种非多发报文的帧格式一；

[0055] 图7b为本申请实施例提供了一种非多发报文的帧格式二；

[0056] 图8为本申请实施例提供了一种数据传输方法的流程示意图一；

[0057] 图9a为本申请实施例提供了一种数据传输方法的流程示意图二；

[0058] 图9b为本申请实施例提供了一种正常情况下第一报文在第一通信设备内的传输路径示意图；

[0059] 图9c为本申请实施例提供了一种端口级环回示意图；

[0060] 图10为本申请实施例提供了一种报文接收流程示意图；

[0061] 图11a为基于本申请实施例的数据传输方法的正常情况下的报文传输路径示意图；

[0062] 图11b为基于本申请实施例的数据传输方法的异常情况下的报文传输路径示意图一；

[0063] 图12a为本申请实施例提供了一种数据传输方法的流程示意图三；

[0064] 图12b为基于本申请实施例的数据传输方法的异常情况下的报文传输路径示意图二；

[0065] 图13为本申请实施例提供了一种第一通信设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0066] 为了方便理解本申请实施例的技术方案,首先给出本申请相关技术或名词的简要介绍如下。

[0067] 第一、车载网络:

[0068] 车载网络(In-vehicle Network)是指承载汽车内部的传感器、控制器和执行器等各类设备的数据传输的网络。由于其应用场景的特殊性,因而对车载网络的设计提出了很多特殊的要求。比如,要求线缆距离短,单根线缆的长度一般不超过15米;或者,对周边环境的温度容忍度、抗电磁干扰的要求更高;或者,可靠性要求更高,即要求更短的故障恢复时间;或者,要求极短的网络启动时间,例如,启动时间要求小于100毫秒;或者,要求更低的端到端通信时延;或者,要求业务流量传输行为的可重复性或者可预测性等。

[0069] 随着汽车电动化、智能化的发展,在汽车中会普遍部署高级驾驶辅助系统(advanced driver assistance system,ADAS),ADAS即用于在行车过程中辅助、指导驾驶员的智能系统。在该场景下,传统的诸如CAN等低速率车载网络无法满足ADAS中的传感器对传输带宽的更高要求。因此,使用具备大带宽、拥有庞大产业生态圈的以太网作为下一代车载网络已经成为业界的一个主流共识。

[0070] 此外,由于可以在以太网的环形网络拓扑(即以太环网)中规划配置出源节点到目的节点之间的两条冗余传输路径,可以满足电气和电子工程师协会(institute of electrical and electronics engineers,IEEE)802.1CB协议提出的多发选收方案需要至少两条独立传输路径的要求,且折叠倒换是环形网络拓扑的组网优势,其可以在故障后通过反方向找到一条抵达目的节点的路径,因此,可将车载网络设计为环形以太网,即以太环网,可以称之为车内环网,或简称为环网,并使用多发选收机制和/或折叠倒换机制来满足传输可靠性要求。

[0071] 第二、多发选收:

[0072] 本申请实施例中,多发选收机制指:源设备通过M条不同的传输路径向目的设备发送至少M份相同的报文,在目的设备处接收该至少M份相同的报文中的一份报文,丢弃该至少M份报文中的其他冗余报文,M为大于等于2的正整数。

[0073] 相应的,本申请实施例中的多发报文是指:在源设备与目的设备之间的M条不同的传输路径上传输的至少M份相同报文中的任意一份报文。

[0074] 需要说明的是,本申请实施例中,上述M条不同的传输路径中的任意一条传输路径上传输上述至少M份相同报文中的至少一份报文。

[0075] 需要说明的是,本申请实施例中,“报文”指以太网中的信息载体单元,其也可以理解为“数据帧”或“帧”或“流量”或“数据流”,可以相互替换,本申请实施例对此不做具体限定。

[0076] 需要说明的是,本申请实施例中,上述M条不同的传输路径中的任意一条传输路径上的通信设备均为同一个以太环网中的通信设备,其中,“通信设备”均指构成以太环网的通信设备;M条不同的传输路径中任意两条传输路径中属于以太环网的部分不重叠;上述“M条不同的传输路径”也可以理解为“M条独立的传输路径”,二者可以相互替换,本申请实施例对此不做具体限定;

[0077] 可选的,本申请实施例的多发选收机制可以通过IEEE 802.1CB协议提供的帧复制

和帧消除 (frame replication and elimination for reliability, FRER) 方案实现,或者说,本申请实施例的多发选收机制包括IEEE 802.1CB的帧复制与帧消除方案。相应的,此时多发报文也可以指帧格式与IEEE 802.1CB协议的帧格式相同的报文。

[0078] 可选的,源设备可以通过报文复制得到至少M份相同的报文。目的设备可以接收该至少M份相同报文中最先到达的报文,丢弃较晚到达的该至少M份报文中的其他冗余报文。

[0079] 由于多发选收机制,在正常情况下,目的设备会选收至少M份相同报文中的一份报文,消除该至少M份相同报文中的其他冗余报文;在异常情况下,例如,M条不同传输路径中的部分路径发生链路故障或该路径上的通信设备故障时,该相同的报文可以通过不存在故障的传输路径传输至目的设备,从而保证传输可靠性。

[0080] 可以理解的是,当M等于2时,多发选收机制即为双发选收机制。本申请实施例中,双发选收机制可以应用于一个以太环网中,也可以应用于多个以太环网中,本申请实施例对此不做具体限定。

[0081] 本申请实施例中,当双发选收机制应用于一个以太环网中时,双发选收机制可以指:源设备通过以太环网中的顺时针传输方向和逆时针传输方向向目的设备发送至少两份相同的报文,在目的设备处接收该至少两份相同报文中的一份报文,丢弃该至少两份相同报文中的其他冗余报文。

[0082] 相应的,在该场景下,双发报文可以指:在以太环网的顺时针和逆时针传输方向上传输的至少两份相同报文中的任意一份报文。

[0083] 需要说明的是,本申请实施例中,在上述以太环网的顺时针和逆时针传输方向中的任意一个传输方向上传输上述至少两份相同报文中的至少一份报文。

[0084] 需要说明的是,通过以太环网中的顺时针传输方向和逆时针传输方向向目的设备发送至少两份相同的报文,可以理解为:源设备通过以太环网中的顺是在传输方向上的传输路径和逆时针传输方向上的传输路径向目的设备发送至少两份相同的报文。

[0085] 可选的,当以太环网作为车载网络时,多发选收机制可以用于车载网络中关键控制业务的保护机制,此类业务的流量(或数据)对实时性和可靠性有极高的要求,业务不允许任何中断,否则可能会影响驾驶安全。

[0086] 第三、折叠倒换:

[0087] 本申请实施例中,折叠倒换 (wrapping) 机制指:以太环网中在环网接口上检测到故障的通信设备,在该环网接口上对所有抵达该环网接口的报文实施环回,将抵达该环网接口的报文转发至该通信设备的其他环网接口,以便其他环网接口向与初始传输方向不同的传输方向发送该报文,从而使报文在该以太环网中的传输方向相对于初始传输方向发生改变,该初始传输方向为该通信设备在该环网接口上检测到故障之前,抵达该环网接口的报文在该以太环网中的传输方向。

[0088] 也就是说,折叠倒换机制可以理解为,在环网接口上检测到故障的通信设备改变传输至该环网接口的报文在以太环网中的传输方向,使得传输至该环网接口的报文沿与初始传输方向不同的传输方向在该以太环网中传输。

[0089] 在以太环网无故障的正常情况下,以太环网中的通信设备生成的报文或者第一次传输至以太环网中的通信设备且需要在以太环网中传输的报文,按照环网默认的传输方向(例如顺时针方向,即clockwise方向)传输;在以太环网中发生链路故障或通信设备故障

后,由于折叠倒换机制,报文按照与默认传输方向不同的传输方向在以太环网中传输,从而避开故障链路或故障通信设备,以保证传输可靠性。

[0090] 可选的,当以太环网作为车载网络时,折叠倒换机制可以用于车载网络中,数据占用带宽较大,对实时性要求高,可以容忍业务传输出现中断至业务传输恢复正常这段时间内产生的少量丢包之类的业务的保护,例如ADAS的业务。

[0091] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。其中,在本申请的描述中,除非另有说明,“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系,例如,A/B可以表示A或B;本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。并且,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指的这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b,或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,a-b,a-c,b-c,或a-b-c,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。另外,为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案,在本申请的实施例中,采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定,并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

[0092] 本申请实施例提供一种数据传输系统,该数据传输系统包括一个或多个以太环网,该一个或多个以太环网可以作为车载网络,此时,该一个或多个以太环网可以统称为车内环网;或者,该一个或多个以太环网也可以作为其他用途的网络,本申请实施例对此不做具体限定。其中,该一个或多个以太环网中的每个以太环网包括至少三个通信设备,该至少三个通信设备中的每个通信设备通过以太网接口与两个通信设备相连,该通信设备也可以称为区域通信计算网关(可以简称为网关),或区域通信计算设备,或转发设备,或节点。

[0093] 其中,以太环网中连接两个相邻通信设备的以太网接口的速率相同。可选的,用于连接以太环网中的通信设备的单个以太网接口可以为遵循车规级的1000BASE-T1接口或10GBASE-T1接口。

[0094] 其中,当该数据传输系统包括多个以太环网时,该多个以太环网中的任意两个以太环网可以包括相同的通信设备,或者,该多个以太环网可以相互独立,即任意两个以太环网中均不包括相同的通信设备,本申请实施例对此不做具体限定。

[0095] 示例性的,以该数据传输系统包括一个以太环网,该以太环网包括4个通信设备为例,如图1a所示,为本申请实施例提供的一种数据传输系统10;或者,以该数据传输系统包括两个以太环网,每个以太环网包括4个通信设备为例,如图1b所示,为本申请实施例提供的另一种数据传输系统20a,其中,通信设备1、通信设备2、通信设备3和通信设备4组成以太环网1,通信设备3、通信设备4、通信设备5和通信设备6组成以太环网2,即两个环网中包括相同的通信设备3和通信设备4;或者如图1c所示,为本申请实施例提供的又一种数据传输系统20b,其中,通信设备1、通信设备2、通信设备3和通信设备4组成以太环网1,通信设备5、通信设备6、通信设备7和通信设备8组成以太环网2,即两个环网中不包括相同的通信设备。

[0096] 可选的,该数据传输系统还可以包括各类业务设备,该数据传输系统中的每个以太环网中的通信设备均可以与各类业务设备连接,不同的通信设备连接的业务设备可以相同,也可以不同,本申请实施例对此不做具体限定。当以太环网作为车载网络时,该业务设

备可用于协助车与车、车与人、车与路边基础设施、车与网络等的互联通信,例如,业务设备可以为各类传感器,摄像头,激光雷达等。

[0097] 示例性的,如图1a或图1b或图1c所示,通信设备3与激光雷达1和摄像头1连接,如图1c所示,摄像头1还可以和通信设备5连接。可以理解的是,通信设备3还可以与其他业务设备连接,除通信设备3之外的其他通信设备也可以与业务设备连接(图1a或图1b或图1c中未示出),本申请实施例对此不做具体限定。

[0098] 可选的,该数据传输系统还可以包括处理设备,该处理设备与该数据传输系统中的以太环网中的至少一个通信设备相连,该处理设备可以用于控制通信设备连接的业务设备以及数据处理等,该处理设备例如可以为MDC。可以理解的是,本申请实施例中的处理设备也可以认为是一种特殊的业务设备,其也可以称为业务设备。

[0099] 示例性的,如图1a或图1b或图1c所示,该处理设备为MDC,且在图1a所示的数据传输系统10中MDC与以太环网中的通信设备1相连,在图1b所示的数据传输系统20a中MDC与通信设备4相连,在图1c所示的数据传输系统20b中MDC与以太环网1中的通信设备1以及以太环网2中的通信设备6连接。

[0100] 需要说明的是,本申请实施例中,“环网接口”指通信设备中用于与其他通信设备连接的以太网接口;“业务接口”指通信设备中用于与业务设备(例如,激光雷达等)或处理设备连接的以太网接口或其他类型的接口,本申请实施例对业务接口的类型不做具体限定,在此统一说明,下述实施例中不再赘述。

[0101] 下面对上述介绍的多发选收机制和折叠倒换机制,在本申请实施例提供的数据传输系统中的应用场景进行说明。

[0102] 其中,对于多发选收机制在本申请实施例提供的数据传输系统中的应用场景:

[0103] 需要说明的是,当本申请实施例的数据传输系统包括一个以太环网时,例如图1a所示,则本申请实施例中源设备通过该以太环网的顺时针传输方向和逆时针传输方向向目的设备发送至少两份相同的报文,即M等于2,此时多发选收机制可以理解为双发选收机制;当本申请实施例的数据传输系统包括多个以太环网时,例如图1b所示,则本申请实施例中源设备可以通过M条不同的传输路径向目的设备发送至少M份相同的报文。

[0104] 示例性的,基于图1a所示的数据传输系统,以源设备为通信设备3,目的设备为通信设备1为例,如图1d所示,通信设备3将来自激光雷达1的业务报文1封装为报文1后,可以通过以太环网的逆时针传输方向上的路径1和顺时针传输方向上的路径2分别向通信设备1发送两份相同的报文1,此时,通信设备3即进行双发,通信设备1进行选收;或者,基于图1b所示的数据传输系统,以源设备为通信设备3,目的设备为通信设备4为例,如图1e所示,通信设备3可以通过路径1、路径2和路径3分别向通信设备4发送三份相同的报文1,此时,通信设备3即进行三发,通信设备1进行选收。

[0105] 可选的,在本申请实施例中,多发选收机制中的源设备可以称为多发设备,该源设备可以为通信设备,或者也可以为处理设备(例如MDC),或者还可以为业务设备(例如各类传感器);目的设备可以称为选收设备,该目的设备可以为通信设备,或者也可以为处理设备(例如MDC),或者还可以为业务设备(例如各类传感器),本申请实施例对此不做具体限定。

[0106] 下面以双发选收机制应用于如图1a所示的数据传输系统为例,对源设备和目的设

备进行示例性的说明。

[0107] 示例性的,源设备和目的设备可以分别为以太环网中的不同通信设备。如图1d所示,源设备可以为图1a中的通信设备3,目的设备可以为图1a中的通信设备1。

[0108] 或者,示例性的,源设备可以为以太环网中的通信设备,目的设备可以为数据传输系统中的处理设备。如图2a所示,源设备可以为图1a中的通信设备3,目的设备可以为图1a中的MDC。在正常情况下,通信设备3分别通过路径1和路径2发送重新封装业务报文1后得到的报文1至MDC;在MDC处对报文1进行选收。

[0109] 或者,示例性的,源设备可以为数据传输系统中的业务设备,目的设备可以为以太环网中的通信设备。如图2b所示,源设备可以为图1a中的激光雷达1,目的设备可以为图1a中的通信设备1,在正常情况下,激光雷达1向通信设备3发送两份相同的报文1,之后分别通过路径1和路径2发送报文1至通信设备1,由通信设备1进行选收,并将报文1转发至MDC。

[0110] 或者,示例性的,源设备可以为数据传输系统中的业务设备,目的设备可以为以太环网中的通信设备。以图1a所示的数据传输系统中,激光雷达1还与通信设备2连接为例,如图2c所示,源设备可以为图1a中的激光雷达1,目的设备可以为图1a中的通信设备1,在正常情况下,激光雷达1分别向通信设备2和通信设备3发送报文1,之后分别通过路径1和路径2发送报文1至通信设备1,由通信设备1进行选收,并将报文1转发至MDC。

[0111] 或者,示例性的,源设备可以为数据传输系统中的处理设备,目的设备可以为以太环网中的通信设备。如图2d所示,源设备可以为图1a中的MDC,目的设备可以为图1a中的通信设备3,在正常情况下,MDC向通信设备1发送两份相同的报文1,通信设备1分别通过路径1和路径2发送该报文1至通信设备3,由通信设备3对该报文进行选收,并将该报文1重新封装为业务报文1后发送至激光雷达1。

[0112] 需要说明的是,上述仅是示例性的对本申请实施例提供的数据传输系统中,多发选收机制的部分应用场景进行说明,不应对本申请实施例造成任何限定,可以理解的是,本申请实施例提供的数据传输系统中还存在多发选收机制的其他应用场景,本申请实施例对此不做具体限定。

[0113] 其中,对于折叠倒换机制在本申请实施例提供的数据传输系统中的应用场景:

[0114] 示例性的,以图1a所示的数据传输系统为例,如图3a所示,在以太环网中无故障的正常情况下,通信设备3收到来自与其连接的激光雷达的业务报文1后,将该业务报文1封装成报文1,并通过环网默认方向(本申请实施例中以环网默认传输方向为顺时针方向为例)上的环网接口(例如用于与通信设备4连接的环网接口)发送该报文1,使得该报文1按照环网默认的传输方向通过路径1传输至通信设备1。在通信设备1处接收该报文1,并将其转发至MDC。

[0115] 在异常情况下,例如,通信设备4与网关1之间的链路发生中断时,如图3b所示,在通信设备4检测到该故障前,报文1沿顺时针方向上的路径1传输,在通信设备4检测到该故障后,通信设备4实施折叠倒换,将报文1的传输方向由原来的顺时针方向改变为逆时针方向,原来由通信设备3发给通信设备4的报文1经过通信设备4的折叠倒换又返回到通信设备3,通信设备3在接收到通信设备4返回的报文1后,不终结该报文1,继续传输至通信设备2、通信设备1,即实施折叠倒换后,报文1沿逆时针方向上的路径2传输至通信设备1,最终由通信设备1接收该报文1并将其转发至MDC。

[0116] 需要说明的是,上述仅是示例性的对本申请实施例提供的数据传输系统中,折叠倒换机制的部分应用场景进行说明,不对本申请实施例造成任何限定,可以理解的是,本申请实施例提供的数据传输系统中还存在折叠倒换机制的其他应用场景,本申请实施例对此不做具体限定。

[0117] 可选的,本申请实施例中的通信设备可以是安装在车辆上用于辅助车辆行驶的车载终端,或者车载终端内的芯片。其中,该车载终端可以是第五代(5th generation,5G)网络或者未来演进的公共陆地移动网络(public land mobile network,PLMN)中的用户设备(user equipment,UE)、接入终端、终端单元、终端站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、无线通信设备、终端代理或终端装置等。接入终端可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议(session initiation protocol,SIP)电话、无线本地环路(wireless local loop,WLL)站、个人数字处理(personal digital assistant,PDA)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备或可穿戴设备,虚拟现实(virtual reality,VR)终端设备、增强现实(augmented reality,AR)终端设备、工业控制(industrial control)中的无线终端或无人驾驶(self driving)中的无线终端等。该车载终端可以是移动的,也可以是固定的。

[0118] 可选的,本申请实施例中的通信设备可以通过图4中的通信设备(或通信装置)30来实现。图4所示为本申请实施例提供的通信设备30的结构示意图。该通信设备30包括一个或多个处理器301,通信总线302,以及至少一个通信接口(图4中仅是示例性的以包括通信接口304,以及一个处理器301为例进行说明),可选的还可以包括存储器303。

[0119] 处理器301可以是一个通用中央处理器(central processing unit,CPU),微处理器,特定应用集成电路(application-specific integrated circuit,ASIC),或一个或多个用于控制本申请方案程序执行的集成电路。

[0120] 通信总线302可以是外设部件互连标准(peripheral component interconnect,PCI)总线或扩展工业标准结构(extended industry standard architecture,EISA)总线等。该总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图4中仅用一条粗线表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。该通信总线302用于连接通信设备30中的不同组件,使得不同组件可以通信。

[0121] 通信接口304,可以包括一个或多个以太网接口,可选的,还可以包括其他类型的接口,例如低压差分信号(low-voltage differential signal,LVDS)接口等,本申请实施例对此不做具体限定。该通信接口304用于与其他设备或通信网络通信,通信网络例如可以为无线接入网(radio access network,RAN),无线局域网(wireless local area networks,WLAN)等。可选的,所述通信接口304可以是收发器、收发机一类的装置。可选的,所述通信接口304也可以是位于处理器301内的收发电路,用以实现处理器的信号输入和信号输出。

[0122] 存储器303可以是具有存储功能的装置。例如可以是只读存储器(read-only memory,ROM)或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备,随机存取存储器(random access memory,RAM)或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备,也可以是电可擦可编程只读存储器(electrically erasable programmable read-only memory,EEPROM)、只读光盘(compact disc read-only memory,CD-ROM)或其他光盘存储、光碟存储

(包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等)、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质,但不限于此。存储器可以是独立存在,通过通信线路302与处理器相连接。存储器也可以和处理器集成在一起。

[0123] 其中,存储器303用于存储执行本申请方案的计算机执行指令,并由处理器301来控制执行。处理器301用于执行存储器303中存储的计算机执行指令,从而实现本申请实施例中提供的数据传输方法。

[0124] 或者,可选的,本申请实施例中,也可以是处理器301执行本申请下述实施例提供的数据传输方法中的处理相关的功能,通信接口304负责与其他设备或通信网络通信,本申请实施例对此不作具体限定。

[0125] 可选的,本申请实施例中的计算机执行指令也可以称之为应用程序代码,本申请实施例对此不作具体限定。

[0126] 在具体实现中,作为一种实施例,处理器301可以包括一个或多个CPU,例如图4中的CPU0和CPU1。

[0127] 在具体实现中,作为一种实施例,通信设备30可以包括多个处理器,例如图4中的处理器301和处理器308。这些处理器中的每一个可以是一个单核(single-CPU)处理器,也可以是一个多核(multi-CPU)处理器。这里的处理器可以指一个或多个设备、电路、和/或用于处理数据(例如计算机程序指令)的处理核。

[0128] 在具体实现中,作为一种实施例,通信设备30还可以包括输出设备305和输入设备306。输出设备305和处理器301通信,可以以多种方式来显示信息。例如,输出设备305可以是液晶显示器(liquid crystal display,LCD),发光二极管(light emitting diode,LED)显示设备,阴极射线管(cathode ray tube,CRT)显示设备,或投影仪(projector)等。输入设备306和处理器301通信,可以以多种方式接收用户的输入。例如,输入设备306可以是鼠标、键盘、触摸屏设备或传感设备等。

[0129] 目前,在作为车载网络的以太环网中可以同时实施多发选收机制和折叠倒换机制,以该以太环网为如图1a所示的数据传输系统包括的以太环网为例,在正常情况下,如图1d所示,通信设备3通过逆时针方向上的路径1和顺时针方向上的路径2发送两份相同的报文1,通信设备1接收先抵达的报文1(图1d中以路径1上传输的报文1先抵达为例),丢弃较晚抵达的另一份冗余报文1,将选收的报文1转发给MDC。然而,在异常情况下,例如,通信设备4与通信设备1之间的链路发生中断,如图5所示,由于以太环网中实施了折叠倒换机制,通信设备4实施折叠倒换后,会将通信设备3通过路径2传输的报文1又返回到通信设备3,通信设备3将该返回的报文1继续传输至通信设备2、通信设备1,即报文1又沿路径3传输至通信设备1,此时,在环网的逆时针传输方向上,会存在两份相同的冗余报文1,一方面,导致通信设备1进行不必要的选收;另一方面,在同一环网方向上传输两份相同的报文也达不到为业务提供可靠传输的目的,并且会造成带宽浪费;再一方面,还可能因该环网方向上的带宽不足以承载两份冗余数据流而导致部分业务带宽被挤占从而导致被挤占带宽的业务的中断。

[0130] 鉴于该问题,现有技术中提出,在以太环网的各个网关中人工配置基于流的ACL,基于该ACL对报文中的源和目的媒体访问控制(media access control,MAC)地址、虚拟局域网(virtual local area network,VLAN)标签等进行判断,从而识别多发的冗余报文,并

禁止各个网关对折叠倒换后的冗余报文进行转发。然而,对于车载网络中较多的业务流量来说,人工配置非常复杂且会占用大量的ACL表项,还可能由于各个网关连接的外围设备的变化或环网中引入新的通信设备和新的业务设备(例如传感器设备)而更新所有节点的表项,可扩展性较差。

[0131] 基于此,本申请实施例提供一种数据传输方法,该数据传输方法应用于以太环网中的第一通信设备,该第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,该数据传输方法中,第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文,该第一以太网接口为第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口,之后,第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,第一通信设备丢弃第一报文。

[0132] 基于本申请实施例的方案,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的情况下,通过第一指示信息识别多发报文并将多发报文丢弃,避免了在折叠倒换过程中对多发报文的折叠倒换,从而使得数据传输系统中不会存在折叠倒换后的多发报文,进而可以简捷、高效地避免由于折叠倒换导致的,在同一传输路径上传输多份冗余报文的问题。当传输多发报文的的多条传输路径中包括同一个以太环网的顺时针和逆时针两个传输方向上的传输路径时,即可以避免由于折叠倒换导致的在该以太环网的同一环网传输方向上传输至少两份相同的冗余报文的问题。

[0133] 在本申请实施例的一种实施场景下,在数据传输系统中的各个以太环网的各个通信设备中可以配置业务类型或业务标识与可靠性机制的对应关系,该可靠性机制可以为多发选收机制或折叠倒换机制,当通信设备接收到来自与其连接的业务设备的业务报文后,可以确定该业务报文对应的业务类型或业务标识,进而根据业务类型或业务标识所对应的可靠性机制重新封装该业务报文(或者说转换该业务报文的帧格式)。

[0134] 需要说明的是,本申请下述实施例中,业务报文对应的可靠性机制指该业务报文对应的业务类型或业务标识所对应的可靠性机制,在此统一说明,下述实施例中不再赘述。

[0135] 当该业务报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,一种可能的实现方式中,该通信设备可以将该业务报文重新封装为帧格式如图6a所示的报文,其中,如图6a所示的帧格式为IEEE 802.1CB协议的帧格式,并通过M条不同的传输路径发送至少M份相同的封装后的报文。在重新封装的过程中,该通信设备不对图6a所示的帧格式中的预留字段进行赋值,即预留字段的值均为默认值(该默认值可以是协议规定的,也可是业界通用的预留比特的值,例如“0”),但是,该通信设备可以将该预留字段中的特定比特位(例如该预留字段的第十一个比特位)的默认值作为第一指示信息,用于指示重新封装后的业务报文为多发报文,即当该预留字段的特定比特位的值为默认值时,第一指示信息指示重新封装后的业务报文为多发报文。

[0136] 在该情况下,在环网接口上检测到故障的通信设备实施折叠倒换时,对如图6a所示的预留字段中除取值作为第一指示信息的特定比特之外的部分比特位赋值,以表示进行了折叠倒换,例如,对该预留字段的第12个比特位赋值,此时,可以认为该折叠倒换后的使用多发选收机制保护的报文的帧格式如图6b所示,即将IEEE 802.1CB协议帧的部分预留字段扩展为折叠倒换(wrapped)字段,用于表示折叠倒换,结合第一指示信息,可以确定该报文为折叠倒换后的多发报文。

[0137] 另一种可能的实现方式中,该通信设备可以对图6a所示的帧格式进行扩展,将图6a所示的帧格式中的预留字段中的特定比特位扩展为指示字段,该指示字段的值可以作为第一指示信息,示例性的,以该指示字段为图6a所示的帧格式中的预留字段中的第11个比特位为例,扩展后的帧格式可以如图6c所示。此后,该通信设备可以将来自业务设备的业务报文重新封装为帧格式如图6c所示的报文,并通过M条不同的传输路径发送至少M份相同的封装后的报文。其中,在重新封装的过程中,可以将该指示字段的值设置为“0”,以指示该重新封装后的报文为多发报文,或者,可以将该指示字段的值设置为“1”,以指示该重新封装后的报文为多发报文。

[0138] 在以太环网中实施折叠倒换时,可以对如图6c所示的第二个预留字段中的特定比特位赋值以表示进行了折叠倒换,示例性的,以对该第二个预留字段中的第1个比特位赋值为例,此时,可以认为该折叠倒换后的使用多发选收机制保护的报文的帧格式如图6d所示,即图6c所示的帧格式中的第二个预留字段中的部分字段扩展为wrapped字段,用于表示折叠倒换。

[0139] 需要说明的是,当该业务报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,该通信设备还可以将该业务报文封装为帧格式为其他格式的报文,在重新封装后的报文中存在第一指示信息指示该重新封装的报文为多发报文即可,本申请实施例对此不做具体限定。

[0140] 当该业务报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,一种可能的实现方式中,该通信设备可以将该业务报文重新封装为帧格式如图7a所示的报文,并通过环网默认的传输方向上的环网接口发送该重新封装的报文,以便该重新封装的报文按照默认的传输方向在环网中传输。

[0141] 其中,如图7a所示的帧格式对以太网帧进行了扩展,引入了wrapped和生存时间(time to live,TTL)字段用于折叠倒换机制,TTL字段用于控制报文的生存时间,当报文每经过一个设备转发时,先将TTL字段的值减1,若TTL字段的值减1后为0,则不再转发并丢弃该报文。

[0142] 其中,在重新封装的过程中,该通信设备对TTL字段赋值而不对wrapped字段赋值,并将图7a所示的帧格式中的第一个预留字段中的特定比特位(例如最后一个比特位)的值设置为与默认值不同的值(例如,默认值为“0”,该通信设备将其设置为“1”),并将该特定比特位的值作为第一指示信息,用于指示重新封装后的业务报文为非多发报文。即当第一个预留字段的特定比特位的值与默认值不同时,第一指示信息指示重新封装后的业务报文为非多发报文。

[0143] 在以太环网中实施折叠倒换时,实施折叠倒换的通信设备可以对图7a所示的帧格式中的wrapped字段赋值并重置TTL字段的值。

[0144] 另一种可能的实现方式中,该通信设备可以对图7a所示的帧格式进行扩展,将图7a所示的帧格式中的第一个预留字段中的特定比特位扩展为指示字段,该指示字段的值可以作为第一指示信息,示例性的,以该指示字段为图7a所述的帧格式中的第一个预留字段中的最后一个比特位为例,扩展后的帧格式可以如图7b所示。此后,该通信设备可以将来自业务设备的业务报文重新封装为帧格式如图7b所示的报文,并通过环网默认的传输方向上的环网接口发送该重新封装的报文,以便该重新封装的报文按照默认的传输方向在环网中传输。其中,在重新封装的过程中,对TTL字段赋值而不对wrapped字段赋值,并且可以将该

指示字段的值设置为“1”，以指示该重新封装后的报文为非多发报文，或者，可以将该指示字段的值设置为“0”，以指示该重新封装后的报文为非多发报文。

[0145] 在以太环网中实施折叠倒换时，实施折叠倒换的通信设备可以对图7b所示的帧格式中的wrapped字段赋值并重置TTL字段的值。

[0146] 需要说明的是，当该业务报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时，该通信设备还可以将该业务报文封装为帧格式为其他格式的报文，在重新封装后的报文中存在第一指示信息指示该重新封装的报文为非多发报文即可，本申请实施例对此不做具体限定。

[0147] 需要说明的是，如图6c或图6d或图7b所示的帧格式中的指示字段还可以有其他名称，例如低时延可靠的以太网络格式(low-latency reliable ethernet format, LLRE format) 字段，本申请实施例对此不做具体限定。

[0148] 在本申请实施例的另一种实施场景下，以太环网中的各个通信设备接收的来自与其连接的业务设备的业务报文的帧格式也可以如图6a或图6c所示，此时，表示业务设备进行业务报文的多发，当该报文的帧格式如图6a所示时，该报文中预留字段中的特定比特位的值可以作为第一指示信息，指示该业务报文为多发报文，当该报文的帧格式如图6c所示时，该报文中指示字段的值作为第一指示信息，指示该业务报文为多发报文，在通信设备处，对该多发报文进行转发或选收，而不进行重新封装(或者说不进行帧格式的转换)。

[0149] 可以理解的是，对于通信设备收到的来自处理设备的报文，通信设备也可以按照与业务报文类似的方式对来自处理设备的报文进行封装和发送；或者，处理设备发送的报文的帧格式也可以如图6a或图6c所示，详细实现可参考上述相关描述，在此不再赘述。

[0150] 需要说明的是，本申请实施例并不限于图1a或图1b或图1c所示的数据传输系统，还可以应用于其它以太网的环形网络拓扑的各种组合拓扑中。

[0151] 需要说明的是，本申请下述实施例中各个网元之间的消息名字或消息中各参数的名字等只是一个示例，具体实现中也可以是其他的名字，本申请实施例对此不作具体限定。

[0152] 下面结合附图，以本申请实施例提供的数据传输系统中存在以太环网至少包括第一通信设备、第二通信设备和第三通信设备，第一通信设备与第二通信设备、以及第三通信设备通过以太网接口相连，且该以太环网中第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障为例，对本申请实施例提供的数据传输方法进行展开说明。

[0153] 如图8所示，为本申请实施例提供的一种数据传输方法，该数据传输方法包括如下步骤：

[0154] S801、第一通信设备的第一以太网接口接收第一报文。

[0155] 其中，该第一以太网接口为第一通信设备中用于与第二通信设备连接的以太网接口。

[0156] 可选的，该第一以太网接口也可以称为第一环网接口，二者可以相互替换，本申请实施例对此不做具体限定。

[0157] 其中，第一报文中包括第一指示信息，该第一报文可以是该以太环网中的某个通信设备接收到与其连接的业务设备或处理设备发送的报文后对该报文进行封装后得到的报文；或者也可以是业务设备发送的，由该业务设备连接的通信设备转发的报文；或者还可以是处理设备发送的，由该处理设备连接的通信设备转发的报文，详细说明可参考上述相关描述，在此不再赘述。

[0158] S802、第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示该第一报文为多发报文。

[0159] 如上所述,第一报文中包括第一指示信息,该第一指示信息用于指示第一报文是否为多发报文,从而,第一通信设备在接收到第一报文后,可以确定第一指示信息是否指示该第一报文为多发报文,并在第一指示信息指示第一报文为多发报文时,执行下述步骤S803。

[0160] 示例性的,当第一报文的帧格式如图6a所示时,第一通信设备可以检查第一报文中预留字段的特定比特位的取值,当该取值为默认值时,第一通信设备确定第一指示信息指示第一报文为多发报文。

[0161] S803、第一通信设备丢弃第一报文。

[0162] 也就是说,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,第一通信设备丢弃第一报文。

[0163] 需要说明的是,本申请实施例中,丢弃第一报文也可以理解为消除第一报文,或者删除第一报文,或者终结第一报文,可以相互替换,本申请实施例对此不做具体限定。

[0164] 基于本申请实施例的方案,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的情况下,通过第一指示信息识别多发报文并将多发报文丢弃,避免了在折叠倒换过程中对多发报文的折叠倒换,从而使得数据传输系统中不存在折叠倒换后的多发报文,进而可以简捷、高效地避免由于折叠倒换导致的,在同一传输路径上传输多份冗余报文的问题。当传输多发报文的多条传输路径中包括同一个以太环网的顺时针和逆时针两个传输方向上的传输路径时,即可以避免由于折叠倒换导致的在该以太环网的同一环网方向上传输至少两份相同的冗余报文的问题。

[0165] 可选的,在本申请实施例的不同实施场景下,在上述步骤S801中,第一通信设备的第一以太网接口接收的第一报文可能来自不同的接口,示例性的,可能存在以下三种情况:

[0166] 情况一、第一通信设备的第一以太网接口接收第一以太网接口环回的该第一报文。

[0167] 可选的,该情况一中,如图9a所示,在该步骤S801之前,该数据传输方法还包括下述步骤S800a-S800c:

[0168] S800a、第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障。

[0169] 可选的,该故障可以是第一以太网接口的物理层故障,或者可以是第一通信设备与第二通信设备之间的用于通信的物理介质的故障(例如光纤断开),或者还可以是第二通信设备的故障。

[0170] 可选的,在步骤S800a之前,第三通信设备可以接收来自与其连接的业务设备的业务报文,若该业务报文的帧格式如图6a或图6c所示,则该业务报文即为第一报文,第三通信设备向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文;若该业务报文的帧格式与图6a或图6c所示的帧格式不同,则第三通信设备根据该业务报文对应的可靠性机制将该业务报文封装成第一报文,并向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文;或者,第三通信设备可以接收来自与其连接的第四通信设备的第一报文,并向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文,本申请实施例对此不做具体限定。其中,第四通信设备与第一通信设备为不同的通信设备,第二以太网接口为第一通信设备中用于与第三通信设备连接的以太网

接口。

[0171] 可选的,该第二以太网接口也可以称为第二环网接口,二者可以相互替换,本申请实施例对此不做具体限定。

[0172] 相应的,第一通信设备的第二以太网接口接收到该第一报文后,执行报文接收流程,在报文接收流程中确定该第一报文的接收方不是第一通信设备连接的业务设备,则向第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文,以便第一通信设备的第一以太网接口将该第一报文转发给第二通信设备,其中,报文接收流程将在后续实施例中详细说明,在此不再赘述。

[0173] 相应的,第一通信设备的第一以太网接口接收到第一报文后,发送该第一报文,之后第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,执行下述步骤S800b。

[0174] 可选的,第一通信设备可以通过CCM连通性检测报文检测上述故障,例如,当第一以太网接口在3.5个周期(一个周期可以为300微秒)内未接收到CCM连通性检测报文时,可以认为第一通信设备在第一以太网接口上检测到了故障。

[0175] S800b、第一通信设备在第一以太网接口上产生故障告警信号。

[0176] S800c、第一通信设备在第一以太网接口处实施端口级环回。

[0177] 可选的,第一以太网接口处的端口级环回的实施点(或发生点)可以位于第一以太网接口的媒体接入控制(media access control,MAC)层的媒体独立接口(media independent interface,MII)。

[0178] 可选的,在第一以太网接口处实施端口级环回可以包括:使能第一以太网接口预留的环回点,以便将第一以太网接口的MAC层的MII接口上的数据发送线路连接到对应的接收线路,将控制信号发送线路连接到对应的控制信号接收线路。

[0179] 示例性的,以第一以太网接口和第二以太网接口均包括物理层(physic,PHY)和MAC层,第一通信设备还包括2层(即MAC层)转发单元为例,在正常情况下,第一报文在第一通信设备内的转发路径如图9b中的虚线所示;在第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的情况下,在第一以太网接口的MAC层的MII接口处实施环回,第一报文在第一通信设备内的转发路径如图9c中的虚线所示。

[0180] 其中,在第一以太网接口处的端口级环回完成后,第一以太网接口即能收到其之前发送的第一报文。示例性的,以图9c为例,第一以太网接口的MAC层的MII接口的发送单元发送的第一报文会被该MII接口的接收单元接收,即认为该第一以太网接口接收到该第一以太网接口环回的第一报文。

[0181] 可选的,在该情况一下,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,如图9a所示,该数据传输方法还可以包括下述步骤S804-S805,或者包括S804-S806:

[0182] S804、第一通信设备确定第一报文中第一字段的值是否为第一数值。

[0183] 其中,该第一字段为用于折叠倒换机制的字段,第一字段的值用于指示第一报文是否为经过折叠倒换的报文,当第一字段的值为第一数值时,指示第一报文为未经过折叠倒换的报文,或者说该第一数值用于指示第一报文在以太环网中的传输方向未发生改变,该第一数值例如可以为“0”。

[0184] 示例性的,当第一报文的帧格式如图6b或图6d或图7a或图7b所示时,该第一字段可以为折叠倒换(wrapped)字段。

[0185] 可选的,当第一字段的值为第一数值时,执行下述步骤S805;或者,当第一字段的值为第二数值时,执行下述步骤S806。

[0186] 其中,图9a所示的步骤S800a-S803,或S800a-S805,或S800a-S806可以理解为折叠倒换过程。

[0187] S805、第一通信设备将第一字段的值设置为第二数值。

[0188] 其中,第二数值用于指示第一报文为经过折叠倒换的报文,或者说该第二数值用于指示第一报文在以太环网中的传输方向发生改变,该第二数值例如可以为“1”。也就是说,在第一以太网接口实施端口级环回后,第一通信设备对非多发报文进行折叠倒换。

[0189] 可选的,在步骤S805之后,第一通信设备的第一以太网接口可以向第一通信设备的第二以太网接口转发该第一报文,以使第二以太网接口向与初始传输方向不同的传输方向发送该第一报文,从而改变第一报文的传输方向。

[0190] 基于该方案,在折叠倒换过程中,第一通信设备仅对非多发报文进行折叠倒换,从而可以减少带宽浪费,避免接收节点不必要的选收。

[0191] S806、第一通信设备丢弃第一报文。

[0192] 其中,当第一字段的值为第二数值时,表示该第一报文已经经过了折叠倒换,为了避免对经过折叠倒换的第一报文再次进行折叠倒换,第一通信设备可以丢弃该第一报文,从而减少带宽浪费。

[0193] 情况二、第一通信设备的第一以太网接口接收来自第一通信设备的第二以太网接口的第一报文。

[0194] 可选的,在步骤S801之前,第三通信设备可以接收来自与其连接的业务设备的业务报文,若该业务报文的帧格式如图6a或图6c所示,则该业务报文即为第一报文,第三通信设备向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文;若该业务报文的帧格式与图6a或图6c所示的帧格式不同,则第三通信设备根据该业务报文对应的可靠性机制将该业务报文封装成第一报文,并向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文;或者,第三通信设备可以接收来自与其连接的第四通信设备的第一报文,并向第一通信设备的第二以太网接口发送该第一报文,本申请实施例对此不做具体限定,其中,第四通信设备与第一通信设备为不同的通信设备。

[0195] 相应的,第一通信设备的第二以太网接口接收到该第一报文后,执行如图10所示的报文接收流程,该报文接收流程包括如下步骤:

[0196] S1001、第一通信设备确定第一报文的第一字段的值是否为第二数值。

[0197] 可选的,当第一字段的值为第二数值,即第一报文为经过折叠倒换的报文时,执行下述步骤S1003;或者,当第一字段的值为第一数值,即第一报文为未经过折叠倒换的报文时,执行下述步骤S1002。其中,第一字段、第一数值和第二数值的说明可参考上述步骤S804和S805中的相关描述,在此不再赘述。

[0198] S1002、第一通信设备确定本地业务设备的MAC地址列表中是否包括第一报文的源MAC地址。

[0199] 其中,本地业务设备为与第一通信设备连接的一个或多个业务设备。

[0200] 可选的,第一通信设备可以维护本地业务设备的MAC地址列表,该本地业务设备的MAC地址列表中记录第一通信设备从业务接口上学习到的业务设备的MAC地址,或者记录业

务接口上静态配置的业务设备的MAC地址,本申请实施例对此不做具体限定。

[0201] 可选的,第一通信设备的第二以太网接口收到第一报文后,可以将第一报文的源MAC地址与该本地业务设备的MAC地址列表进行匹配,当本地业务设备的MAC地址列表中包括第一报文的源MAC地址时,表示该第一报文是由本地业务设备中的一个业务设备发出的,在以太环网中转发后未终结,属于异常情况,此时,第一通信设备丢弃该第一报文;当本地业务设备的MAC地址列表中不包括第一报文的源MAC地址时,执行下述步骤S1003。

[0202] S1003、第一通信设备确定本地业务设备的MAC地址列表中是否包括第一报文的源的MAC地址。

[0203] 可选的,当本地业务设备的MAC地址列表中包括第一报文的源的MAC地址时,表示该第一报文的接收方为本地业务设备中的一个业务设备,该业务设备的MAC地址与第一报文的源的MAC地址相同,此时,第一通信设备可以根据第一报文的帧格式对第一报文进行相应的处理(例如,剥离报文头)后,转发至对应的MAC地址与第一报文的源的MAC地址相同的业务接口。

[0204] 或者,当本地业务设备的MAC地址列表中不包括第一报文的源的MAC地址时,表示该第一报文的接收方不是本地业务设备,则执行步骤S1004。

[0205] S1004、第一通信设备的第二以太网接口向第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文。

[0206] 相应的,第一通信设备的第一以太网接口接收来自该第一通信设备的第二以太网接口的第一报文。

[0207] 可选的,当第一报文的帧格式如图7a或图7b所示时,在步骤S1004之前,还包括:

[0208] S1005、第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文。

[0209] 可选的,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,执行步骤S1006;或者,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,执行步骤S1004。

[0210] S1006、第一通信设备将第一报文的TTL字段的值减1。

[0211] S1007、第一通信设备确定第一报文的TTL字段的值是否大于0。

[0212] 可选的,当该TTL字段的值减1后大于0时,执行步骤S1004;或者,当该TTL字段的值减1后等于0时,执行步骤S1008。

[0213] S1008、第一通信设备丢弃第一报文。

[0214] 其中,本申请实施例以在如图10所示的报文接收流程中,第一通信设备的第二以太网接口最终向第一以太网接口转发该第一报文为例进行说明。至此,第一通信设备的第一以太网接口可以接收到来自第一通信设备的第二以太网接口的第一报文。

[0215] 此外,第一通信设备可以在第一以太网接口上检测到故障,其中,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的相关描述可参考上述步骤S800a,在此不再赘述。此时,在第一以太网接口实施端口级环回之前,即在执行上述步骤S800c之前,可以执行上述步骤S802-S803,也就是说在第一以太网接口实施端口级环回之前,第一通信设备即丢弃多发报文,从而避免在后续的折叠倒换过程中对多发报文进行折叠倒换。

[0216] 需要说明的是,在该情况二中,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的时刻,与第一通信设备的第一以太网接口接收到第一报文的时刻没有严格的先后顺序,可

以先检测到故障再接收到第一报文,或者也可以先接收到第一报文再检测到故障,或者还可以在接收第一报文的同时检测到故障,无论在哪种情况下,第一通信设备在第一以太网接口实施端口级环回之前丢弃多发报文即可。

[0217] 可选的,在该情况二下,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,在第一以太网接口实施端口级环回后,还可以执行上述步骤S804-S805,或者上述步骤S804-S806,详细说明可参考上述相关描述,在此不再赘述。

[0218] 情况三、第一通信设备的第一以太网接口接收来自第一通信设备的第一业务接口的第一报文。

[0219] 其中,第一业务接口为第一通信设备中用于与第一业务设备连接的接口。第一业务接口可以为以太网接口,也可以为其他类型的接口,本申请实施例对此不做具体限定。

[0220] 在一种可能的实现方式中,在第一通信设备的第一以太网接口接收来自第一通信设备的第一业务接口的第一报文之前,该数据传输方法还包括:第一业务设备向第一通信设备的第一业务接口发送第一报文,该第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文。相应的,第一通信设备的第一业务接口接收来自第一业务设备的第一报文。此时,表示第一业务设备进行业务报文的多发,即第一业务设备发送了多份相同的第一报文,相应的,第一通信设备对该第一报文进行转发,即第一通信设备的第一业务接口向该第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文,至此,第一通信设备的第一以太网接口可以接收来自第一业务接口的第一报文。

[0221] 在另一种可能的实现方式中,在第一通信设备的第一以太网接口接收来自第一通信设备的第一业务接口的第一报文之前,该数据传输方法还包括:第一业务设备向第一通信设备发送第二报文,该第二报文为非多发报文。相应的,第一通信设备的第一业务接口接收来自第一业务设备的第二报文。之后,第一通信设备根据第二报文对应的可靠性机制,将该第二报文重新封装为第一报文,其中,当第二报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,重新封装后的第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文,当第二报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,重新封装后的第一报文中的第一指示信息指示第一报文为非多发报文。

[0222] 可选的,第一通信设备将第二报文重新封装为第一报文后,复制该第一报文,并由第一通信设备的第一业务接口向第一通信设备的第一以太网接口和第二以太网接口转发该第一报文,以使第一以太网接口和第二以太网接口分别向第二通信设备和第三通信设备转发该第一报文,至此,第一通信设备的第一以太网接口可以接收来自第一业务接口的第一报文。

[0223] 此外,第一通信设备可以在第一以太网接口上检测到故障,其中,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的相关描述可参考上述步骤S800a,在此不再赘述。此时,在第一以太网接口实施端口级环回之前,即在执行上述步骤S800c之前,可以执行上述步骤S802-S803,也就是说在第一以太网接口实施端口级环回之前,第一通信设备即丢弃多发报文,从而避免在后续的折叠倒换过程中对多发报文进行折叠倒换。

[0224] 需要说明的是,在该情况三中,第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障的时刻,与第一通信设备的第一以太网接口接收到第一报文的时刻没有严格的先后顺序,可以先检测到故障再接收到第一报文,或者也可以先接收到第一报文再检测到故障,或者还

可以在接收第一报文的同时检测到故障,无论在何种情况下,第一通信设备在第一以太网接口实施端口级环回之前丢弃多发报文即可。

[0225] 可选的,在该情况三下,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,在第一以太网接口实施端口级环回后,还可以执行上述步骤S804-S805,或者上述步骤S804-S806,详细说明可参考上述相关描述,在此不再赘述。

[0226] 示例性的,以图1a所示的数据传输系统中的以太环网应用双发选收机制为例,假设第一通信设备为通信设备4,第二通信设备为通信设备1,第三通信设备为通信设备3,通信设备3将来自激光雷达1的业务报文1封装成报文1,将来自摄像头1的业务报文2封装成报文2,其中,报文1中的第一指示信息指示报文1为多发报文,报文2中的第一指示信息指示报文2为非多发报文,在该以太环网中不存在链路故障或通信设备故障的情况下,如图11a所示,通信设备3通过该以太环网的逆时针方向上的路径1和顺时针方向上的路径2传输报文1至通信设备1,并由通信设备1选收后转发至MDC,通过环网默认传输方向(以顺时针方向为例)上的路径3传输报文2至通信设备1,并由通信设备1转发至MDC。

[0227] 在通信设备4在第一以太网接口上检测到故障的情况下,报文1和报文2转发至该第一以太网接口后,通信设备4执行如图8所示的数据传输方法,即通信设备4对报文2进行正常折叠倒换,而丢弃报文1,即如图11b所示,通信设备4丢弃路径2上传输的报文1,对报文2实施折叠倒换,此时,报文1通过路径1传输至通信设备1,并由通信设备1转发至MDC,报文2折叠倒换后通过路径3传输至通信设备1,并由通信设备1转发至MDC。

[0228] 需要说明的是,在多个以太环网中应用多发选收机制时,图8所示的数据传输方法的应用说明可参考上述如图1a所示的以太环网中应用双发选收机制时的相关描述,在此不再赘述。

[0229] 下面结合附图,以本申请实施例提供的数据传输系统中存在以太环网至少包括第一通信设备、第二通信设备和第三通信设备,且第一通信设备与第二通信设备、以及第三通信设备通过以太网接口相连为例,对本申请实施例提供的另一种数据传输方法进行展开说明。

[0230] 如图12a所示,为本申请实施例提供的另一种数据传输方法,该数据传输方法可以理解为通信设备的报文接收流程,该数据传输方法包括如下步骤:

[0231] S1201、第一通信设备接收第一报文。

[0232] 其中,第一通信设备接收第一报文,可以为第一通信设备的第一以太网接口接收该第一以太网接口环回的第一报文;或者也可以为第一通信设备的第二以太网接口接收来自第三通信设备的第一报文,详细说明可参考上述相关描述,在此不再赘述。

[0233] 可选的,在第一通信设备的第一以太网接口接收该第一以太网接口环回的第一报文的情况下,在步骤S1201之前,该数据传输方法还包括:

[0234] S1200a-S1200c、与图9a所示的实施例中的步骤S800a-S800c相同,相关描述可参考图9a所示的实施例,在此不再赘述。

[0235] S1200d、第一通信设备确定第一报文中第一字段的值是否为第一数值。

[0236] 与图9a所示的实施例中的步骤S804相同,相关描述可参考图9a所示的实施例,在此不再赘述。

[0237] 可选的,当第一字段的值为第一数值时,执行下述步骤S1200e;或者,当第一字段

的值为第二数值时,执行下述步骤S1200f。

[0238] S1200e、第一通信设备将第一字段的值设置为第二数值。

[0239] 与图9a所示的实施例中的步骤S804相同,即在第一以太网接口实施端口级环回后,第一通信设备修改第一报文中第一字段的值。

[0240] 其中,在步骤S1200e之后,第一通信设备的第一以太网接口即接收到该第一以太网接口环回的经过折叠倒换的第一报文。

[0241] S1200f、第一通信设备丢弃第一报文。

[0242] 与图9a所示的实施例中的步骤S806相同,相关描述可参考图9a所示的实施例,在此不再赘述。

[0243] 也就是说,在该情况下,当第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障后,在第一以太网接口实施端口级环回,并在环回完成后,对所有到达该第一以太网接口的报文进行折叠倒换,在折叠倒换完成后,再执行如图12a所示的报文接收流程。

[0244] S1202、第一通信设备确定第一报文中第一字段的值是否为第二数值。

[0245] 其中,由于折叠倒换流程与报文接收流程互相解耦,因此,即使在第一通信设备的第一以太网接口接收该第一以太网接口环回的第一报文的情况下,在折叠倒换过程中将第一字段的值设置为第二数值,在报文接收流程中,仍然需要执行该步骤S1202进行判断。

[0246] 可选的,当第一字段的值为第二数值时,执行下述步骤S1203;或者,当第一字段的值为第一数值时,执行下述步骤S1205。

[0247] S1203、第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文。

[0248] 可选的,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,执行下述步骤S1204;或者,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,执行下述步骤S1206。

[0249] S1204、第一通信设备丢弃第一报文。

[0250] 也就是说,当第一报文中的第一字段的值为第二数值,且第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文时,第一通信设备丢弃该第一报文,即第一通信设备丢弃折叠倒换后的多发报文。

[0251] S1205、第一通信设备确定本地业务设备的MAC地址列表中是否包括第一报文的源MAC地址。

[0252] 与图10所示的实施例中的步骤S1002相同,相关描述可参考图10所示的实施例,在此不再赘述。

[0253] 可选的,当本地业务设备的MAC地址列表中不包括第一报文的源MAC地址时,执行下述步骤S1206。

[0254] S1206、第一通信设备确定本地业务设备的MAC地址列表中是否包括第一报文的目的MAC地址。

[0255] 与图10所示的实施例中的步骤S1003相同,相关描述可参考图10所示的实施例,在此不再赘述。

[0256] 可选的,当本地业务设备的MAC地址列表中不包括第一报文的的目的MAC地址时,表示该第一报文的接收方不是本地业务设备,则执行步骤S1207。

[0257] S1207、第一通信设备中接收第一报文的环网接口向第一通信设备中的另一个环

网接口转发第一报文。

[0258] 其中,当步骤S1201中,第一通信设备的第一以太网接口接收该第一以太网接口环回的第一报文时,第一通信设备的第一以太网接口向第一通信设备的第二以太网接口转发该第一报文;当步骤S1201中,第一通信设备的第二以太网接口接收来自第三通信设备的第一报文时,第一通信设备的第二以太网接口向第一通信设备的第一以太网接口转发该第一报文。

[0259] 可选的,当第一报文的帧格式如图7a或图7b所示时,在步骤S1207之前,还包括:

[0260] S1208、第一通信设备确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文。

[0261] 可选的,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文时,执行步骤S1209;或者,当第一指示信息指示第一报文为多发报文时,执行步骤S1207。

[0262] S1209、第一通信设备将第一报文的TTL字段的值减1。

[0263] S1210、第一通信设备确定第一报文的TTL字段的值是否大于0。

[0264] 可选的,当该TTL字段的值减1后大于0时,执行步骤S1207;或者,当该TTL字段的值减1后等于0时,执行步骤S1211。

[0265] S1211、第一通信设备丢弃第一报文。

[0266] 基于本申请实施例的方案,以太环网中的通信设备在报文接收时可以通过第一指示信息识别多发报文,并丢弃经过折叠倒换的多发报文,从而可以简捷、高效地避免在同一传输路径上传输多份冗余的报文。当传输多发报文的的多条传输路径中包括同一个以太环网的顺时针和逆时针两个传输方向上的传输路径时,即可以避免由于折叠倒换导致的在该以太环网的同一环网方向上传输至少两份相同的冗余报文的问题。

[0267] 示例性的,以图1a所示的数据传输系统中的以太环网应用双发选收机制为例,假设第一通信设备为通信设备3,第二通信设备为通信设备2,第三通信设备为通信设备3,第一通信设备的第二以太网接口接收来自第三通信设备的第一报文。如图12b所示,通信设备3首先通过以太环网的逆时针方向上的路径1和顺时针方向上的路径2传输两份第一报文,若通信设备4在环网接口上检测到故障并实施折叠倒换,向通信设备3发送折叠倒换后的第一报文,通信设备3接收来自通信设备4的第一报文后,检测第一报文中的第一字段和第一指示信息,当第一字段的值为第二数值且第一指示信息指示第一报文为多发报文,即通信设备3确定第一报文为折叠倒换后的多发报文时,丢弃第一报文,从而避免在路径1上传输两份相同的第一报文。

[0268] 需要说明的是,在多个以太环网中应用多发选收机制时,图12a所示的数据传输方法的应用说明可参考上述如图1a所示的以太环网中应用双发选收机制时的相关描述,在此不再赘述。

[0269] 可以理解的是,本申请实施例中,第一通信设备可以执行本申请实施例中的部分或全部步骤,这些步骤或操作仅是示例,本申请实施例还可以执行其它操作或者各种操作的变形。此外,各个步骤可以按照本申请实施例呈现的不同的顺序来执行,并且有可能并非要执行本申请实施例中的全部操作。

[0270] 在本申请的各个实施例中,如果没有特殊说明以及逻辑冲突,不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用,不同的实施例中的技术特征根据其内在的

逻辑关系可以组合形成新的实施例。

[0271] 可以理解的是,以上各个实施例中,由第一通信设备实现的方法和/或步骤,也可以由可用于第一通信设备的部件(例如芯片或者电路)实现。

[0272] 上述主要从各个网元之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。相应的,本申请实施例还提供了通信装置,该通信装置用于实现上述各种方法。该通信装置可以为上述方法实施例中的第一通信设备,比如车载通信装置,或者包含上述第一通信设备的装置,比如各种类型的车辆,或者上述第一通信设备中包含的装置,比如芯片或系统芯片。可以理解的是,该通信装置为了实现上述功能,其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本文中公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0273] 本申请实施例可以根据上述方法实施例对通信装置进行功能模块的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能模块,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是,本申请实施例中对模块的划分是示意性的,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。

[0274] 比如,以通信装置为上述方法实施例中的第一通信设备为例。图13示出了一种第一通信设备130的结构示意图。该第一通信设备130包括处理模块1301和收发模块1302。所述收发模块1302,也可以称为收发单元用以实现发送和/或接收功能,例如可以是收发电路,收发机,收发器或者通信接口。

[0275] 其中,收发模块1302,可以包括接收模块和发送模块,分别用于执行上述方法实施例中由第一通信设备执行的接收和发送类的步骤,处理模块1301,可以用于执行上述方法实施例中由第一通信设备执行的除接收和发送类步骤之外的其他步骤。

[0276] 可选的,该收发模块1302可以包括第一以太网接口、第二以太网接口、或第一业务接口中的一个或多个接口。

[0277] 一种可能的实现方式中:

[0278] 收发模块1302,用于通过第一以太网接口接收第一报文,处理模块1301,用于确定第一报文中的第一指示信息是否指示第一报文为多发报文,当该第一指示信息指示第一报文为多发报文时,处理模块1301,还用于丢弃第一报文。

[0279] 可选的,收发模块1302,用于通过第一以太网接口接收第一报文,包括:收发模块1302,用于通过该第一以太网接口接收第一以太网接口环回的该第一报文。

[0280] 可选的,收发模块1302,用于通过第一以太网接口接收第一报文,包括:收发模块1302,用于通过该第一以太网接口接收来自第二以太网接口的第一报文。

[0281] 可选的,收发模块1302,用于通过第一以太网接口接收第一报文,包括:收发模块1302,用于通过该第一以太网接口接收来自第一业务接口的第一报文。

[0282] 可选的,收发模块1302,还用于通过第一业务接口接收来自第一业务设备的第一报文,该第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文;收发模块1302,还用于通过

第一业务接口向第一以太网接口转发该第一报文。

[0283] 可选的,收发模块1302,还用于通过第一业务接口接收来自第一业务设备的第二报文;处理模块1301,还用于将第二报文重新封装为该第一报文,其中,当该第二报文对应的可靠性机制为多发选收机制时,该第一指示信息指示该第一报文为多发报文,当该第二报文对应的可靠性机制为折叠倒换机制时,该第一指示信息指示该第一报文为非多发报文;收发模块1302,还用于通过第一业务接口向第一以太网接口转发该第一报文。

[0284] 可选的,当第一指示信息指示第一报文为非多发报文,且第一报文中第一字段的值为第一数值时,处理模块1301,还用于将第一字段的值设置为第二数值,其中,第一数值用于指示该第一报文在所述以太环网中的传输方向未发生改变,第二数值用于指示该第一报文在所述以太环网中的传输方向发生改变;收发模块1302,还用于通过第一以太网接口向第二以太网接口转发第一报文。

[0285] 另一种可能的实现方式中:

[0286] 收发模块1302,用于接收第一报文;当该第一报文中的第一字段的值为第二数值,且该第一报文中的第一指示信息指示第一报文为多发报文时,处理模块1302,用于丢弃第一报文,其中,第二数值用于指示第一报文为在所述以太环网中的传输方向发生改变。

[0287] 可选的,该第一通信设备在第一以太网接口上检测到故障,收发模块1302,用于接收第一报文,包括:收发模块1302,用于通过第一以太网接口接收第一以太网接口环回的第一报文。

[0288] 可选的,收发模块1302,用于接收第一报文,包括:收发模块1302,用于通过第二以太网接口接收来自第三通信设备的第一报文。

[0289] 其中,上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述,在此不再赘述。

[0290] 在本实施例中,该第一通信设备130以采用集成的方式划分各个功能模块的形式来呈现。这里的“模块”可以指特定ASIC,电路,执行一个或多个软件或固件程序的处理器和存储器,集成逻辑电路,和/或其他可以提供上述功能的器件。在一个简单的实施例中,本领域的技术人员可以想到该第一通信设备130可以采用图4所示的通信设备30的形式。

[0291] 比如,图4所示的通信装置30中的处理器301可以通过调用存储器303中存储的计算机执行指令,使得通信装置30执行上述方法实施例中的数据运输方法。

[0292] 示例性的,图13中的处理模块1301和收发模块1302的功能/实现过程可以通过图4所示的通信装置30中的处理器301调用存储器303中存储的计算机执行指令来实现。或者,图13中的处理模块1301的功能/实现过程可以通过图4所示的通信装置30中的处理器301调用存储器303中存储的计算机执行指令来实现,图13中的收发模块1302的功能/实现过程可以通过图4所示的通信装置30中的通信接口304来实现。

[0293] 由于本实施例提供的第一通信设备130可执行上述的数据运输方法,因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例,在此不再赘述。

[0294] 可选的,本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当所述指令在上述通信装置上运行时,使得通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。

[0295] 或者,可选的,本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当所述指

令在上述通信装置上运行时,使得所述通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。

[0296] 或者,可选的,本申请实施例还提供了一种通信装置(例如,该通信装置可以是芯片或芯片系统),该通信装置包括处理器,用于实现上述任一方法实施例中的方法。在一种可能的设计中,该通信装置还包括存储器。该存储器,用于保存必要的程序指令和数据,处理器可以调用存储器中存储的程序代码以指令该通信装置执行上述任一方法实施例中的方法。当然,存储器也可以不在该通信装置中。在另一种可能的设计中,该通信装置还包括接口电路,该接口电路为代码/数据读写接口电路,该接口电路用于接收计算机执行指令(计算机执行指令存储在存储器中,可能直接从存储器读取,或可能经过其他器件)并传输至该处理器。该通信装置是芯片系统时,可以由芯片构成,也可以包含芯片和其他分立器件,本申请实施例对此不作具体限定。

[0297] 上述实施例中,可以理解的是,通信装置中不一定必要包括存储器,通信装置可以通过调用外部存储器中的指令来执行相应的功能;或者,相应的程序指令,可以在后期装载到通信装置中的存储器中,以供处理器调用后执行相应的操作。

[0298] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件程序实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式来实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或者数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(digital subscriber line,DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可以用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如,软盘、硬盘、磁带),光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘(solid state disk,SSD))等。本申请实施例中,计算机可以包括前面所述的装置。

[0299] 尽管在此结合各实施例对本申请进行了描述,然而,在实施所要求保护的本申请过程中,本领域技术人员通过查看所述附图、公开内容、以及所附权利要求书,可理解并实现所述公开实施例的其他变化。在权利要求中,“包括”(comprising)一词不排除其他组成部分或步骤,“一”或“一个”不排除多个的情况。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的若干项功能。相互不同的从属权利要求中记载了某些措施,但这并不表示这些措施不能组合起来产生良好的效果。

[0300] 尽管结合具体特征及其实施例对本申请进行了描述,显而易见的,在不脱离本申请的精神和范围的情况下,可对其进行各种修改和组合。相应地,本说明书和附图仅仅是所附权利要求所界定的本申请的示例性说明,且视为已覆盖本申请范围内的任意和所有修改、变化、组合或等同物。显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

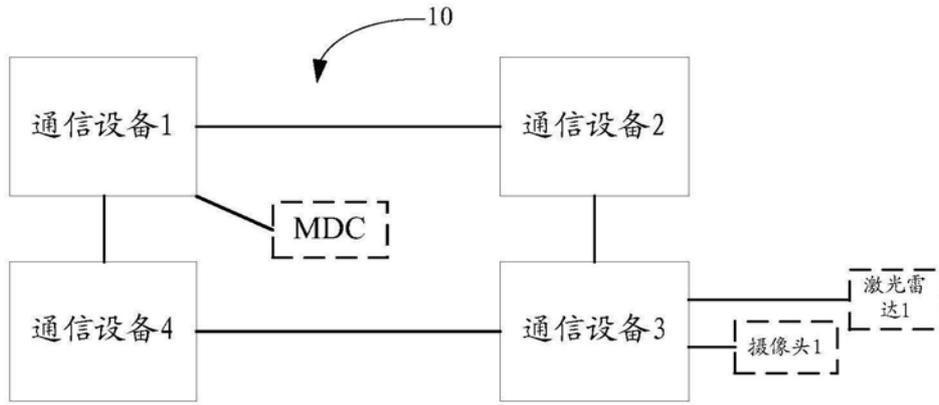


图1a

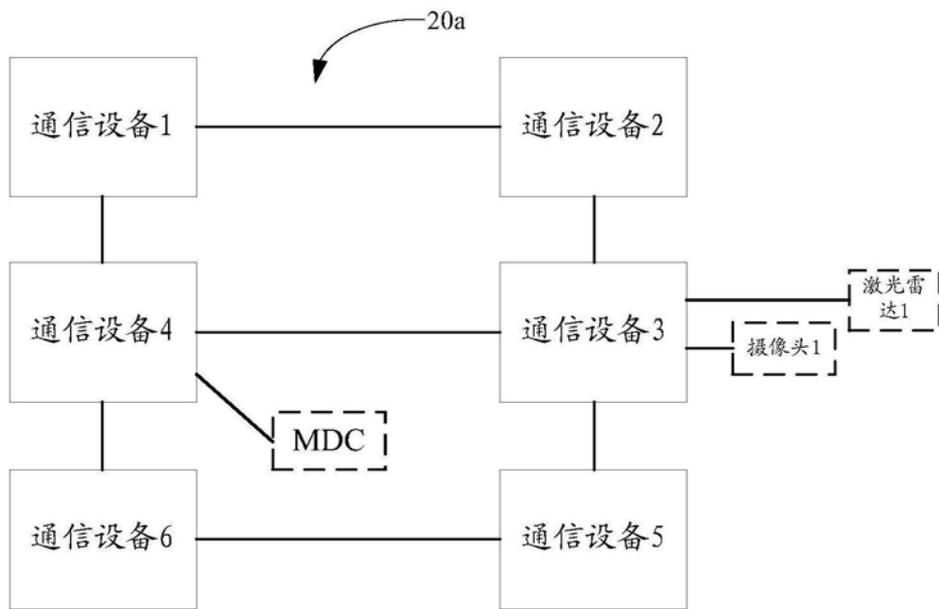


图1b

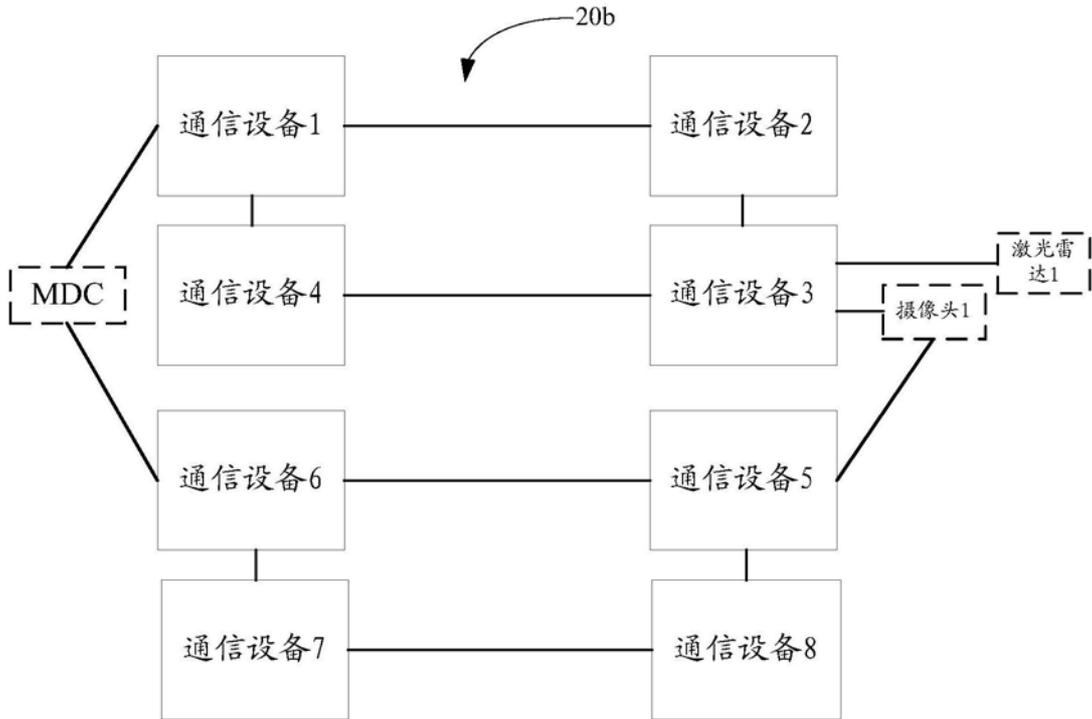


图1c

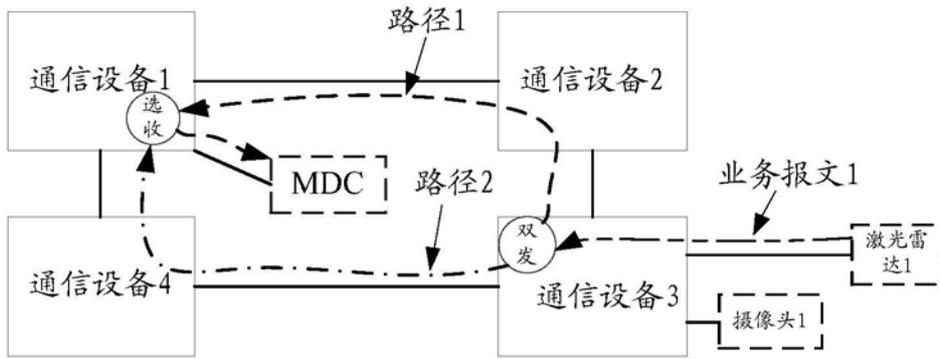


图1d

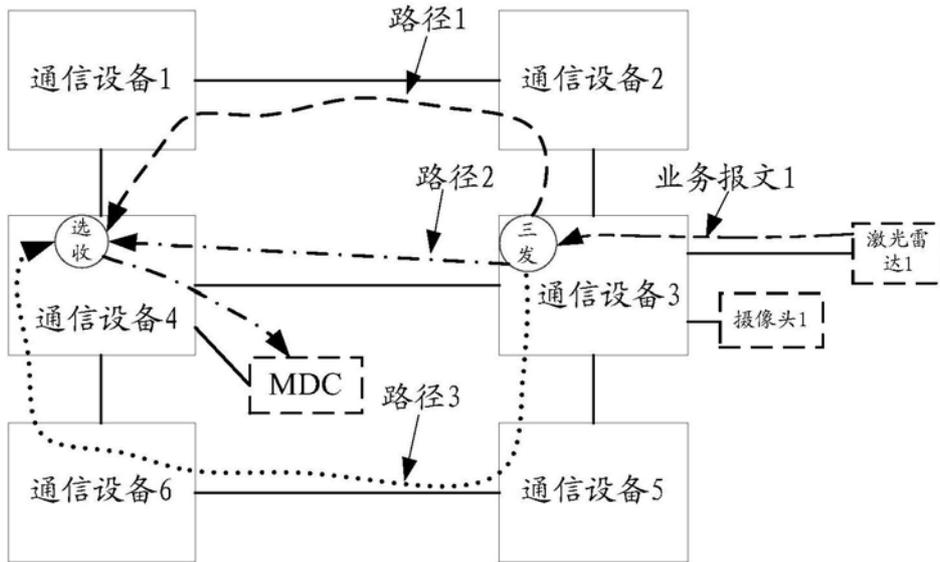


图1e

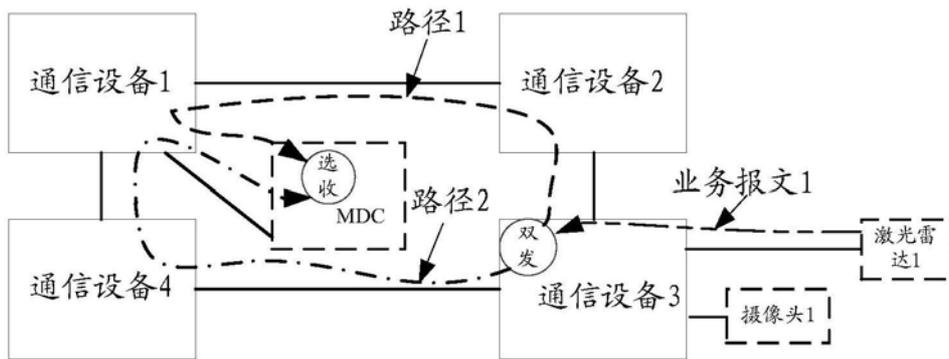


图2a

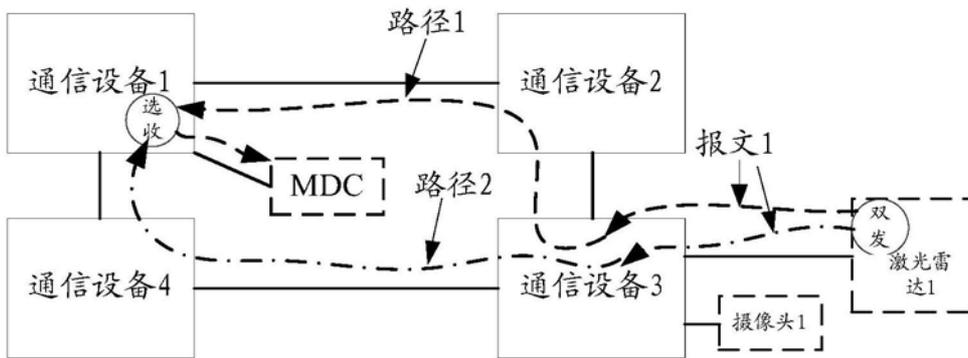


图2b

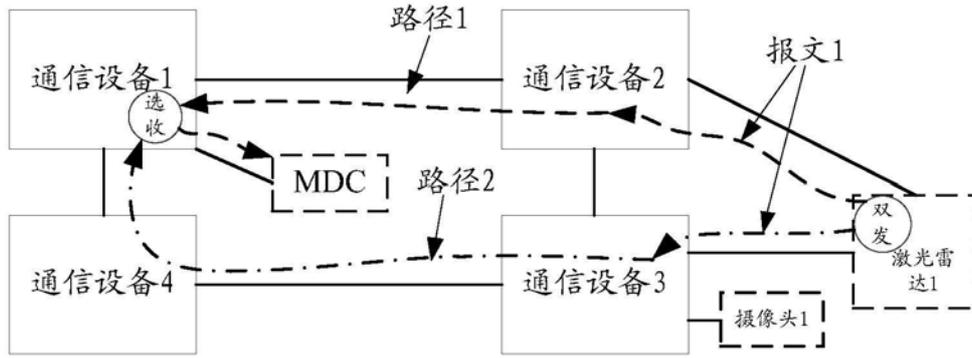


图2c

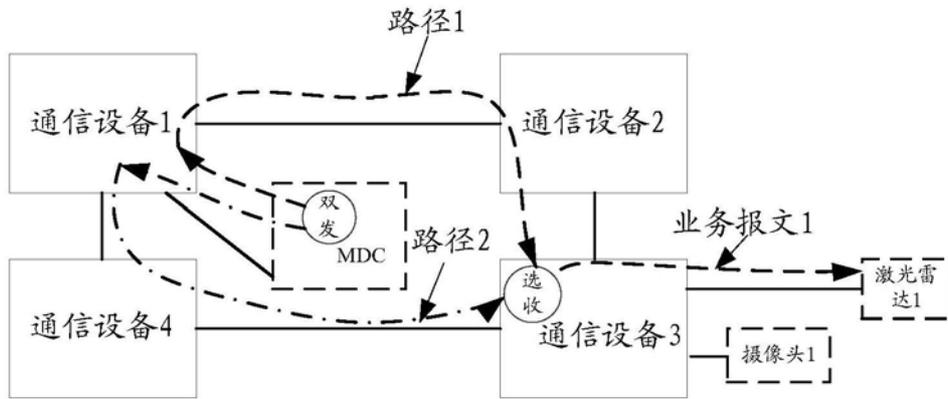


图2d

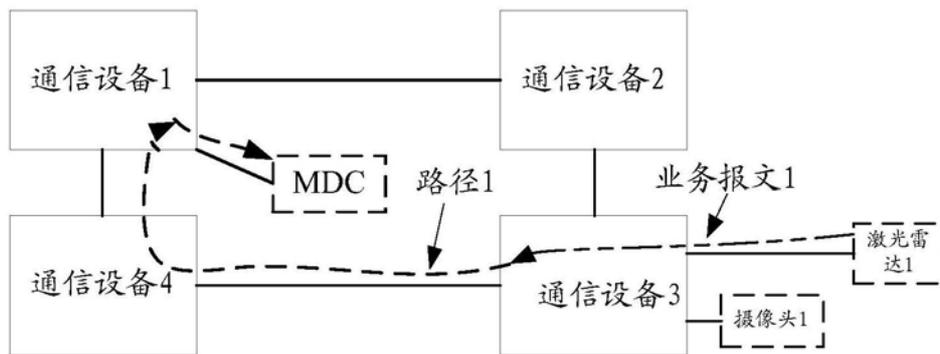


图3a

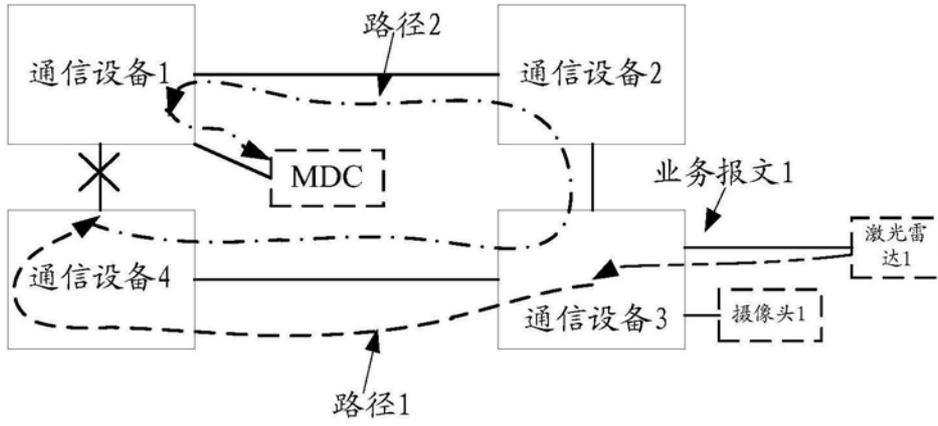


图3b

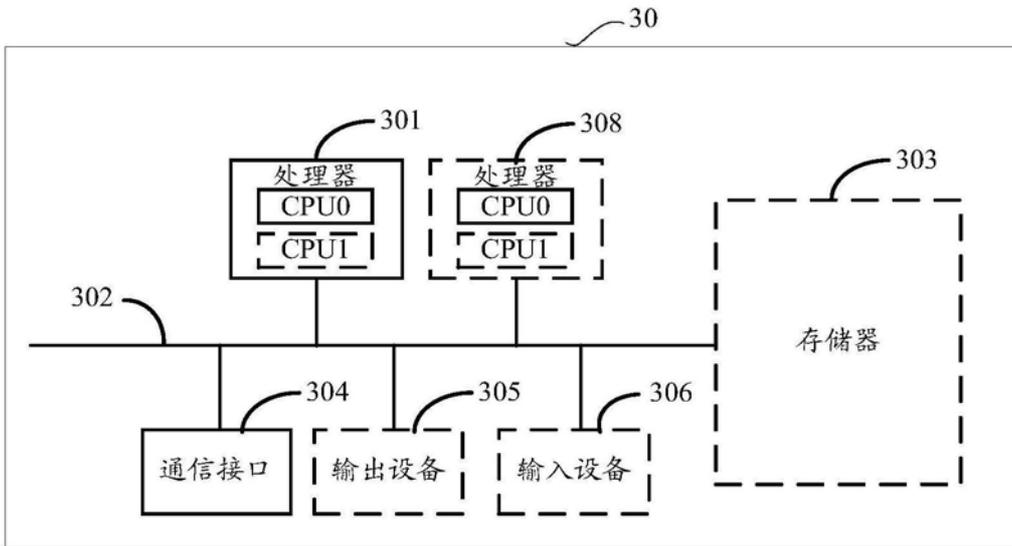


图4

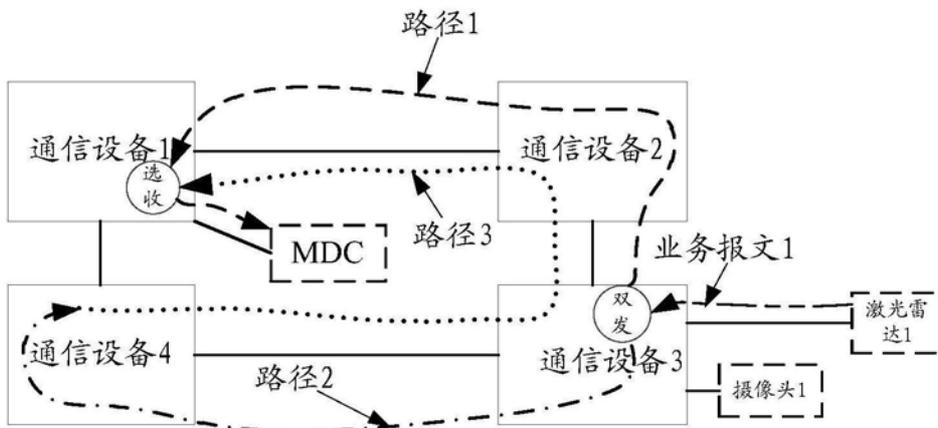


图5

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	Seq num	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	16bits	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图6a

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	折叠倒换	预留	Seq num	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	11 bits	1 bits	4 bits	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图6b

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	指示	预留	Seq num	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	10bits	1bit	5bit	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图6c

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	指示	折叠倒换	预留	Seq num	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	10 bits	1bits	1 bits	4 bits	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图6d

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	折叠倒换	TTL	预留	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	11 bits	1 bits	4 bits	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图7a

目的MAC	源MAC	802.1Q tag (可选的)	以太网类型 或长度	预留	指示	折叠 倒换	TTL	预留	负载长度/ 以太网类型	负载	帧校验 序列
6 octets	6 octets	4 octets	2 octets	10 bits	1 bits	1 bits	4 bits	2 octets	2 octets	46-1500 octets	4 octets

图7b

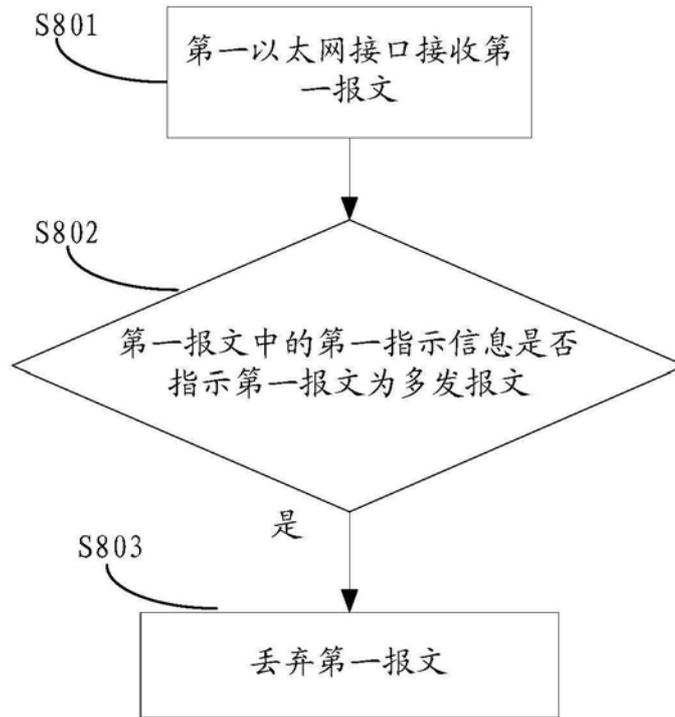


图8

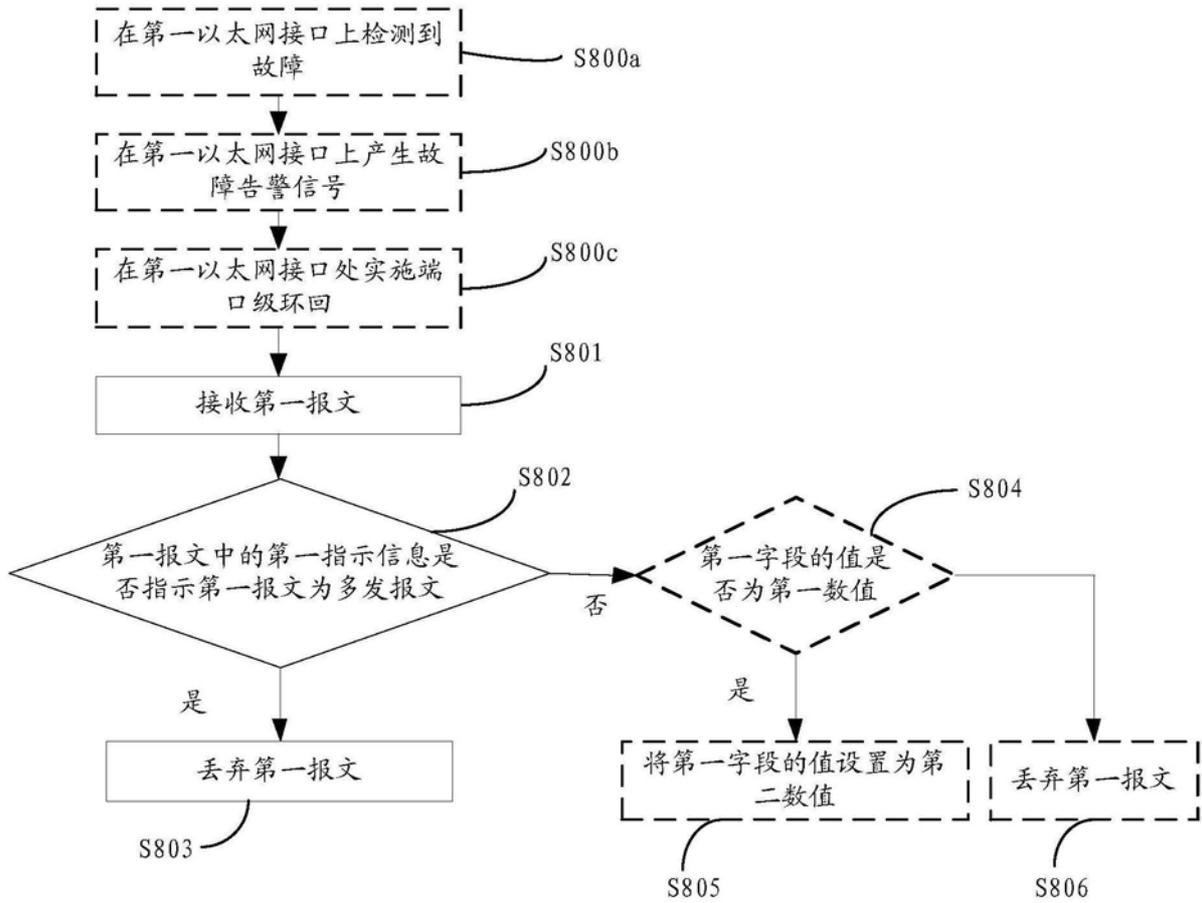


图9a

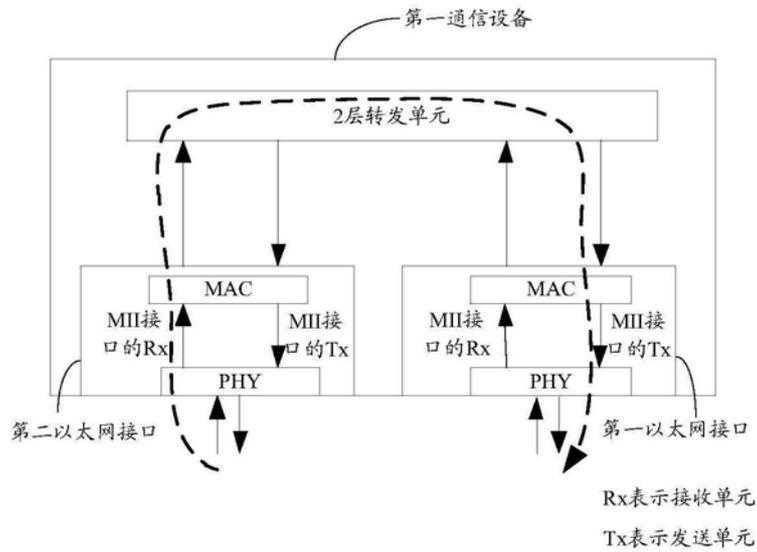


图9b

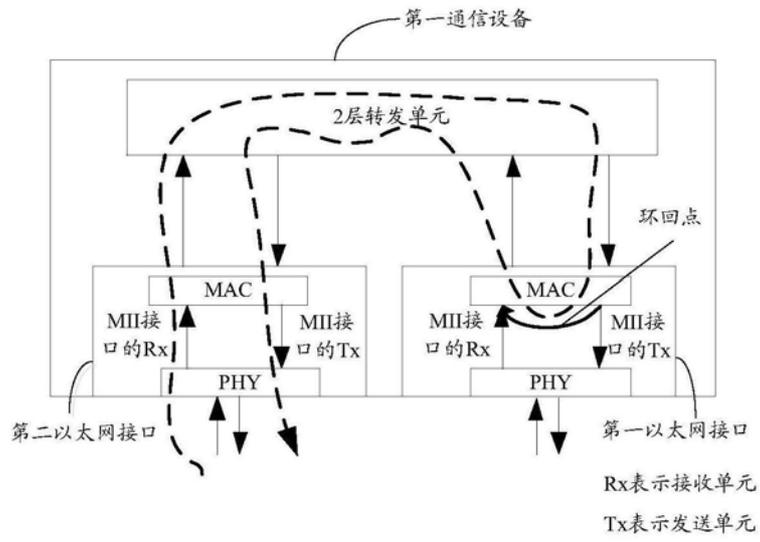


图9c

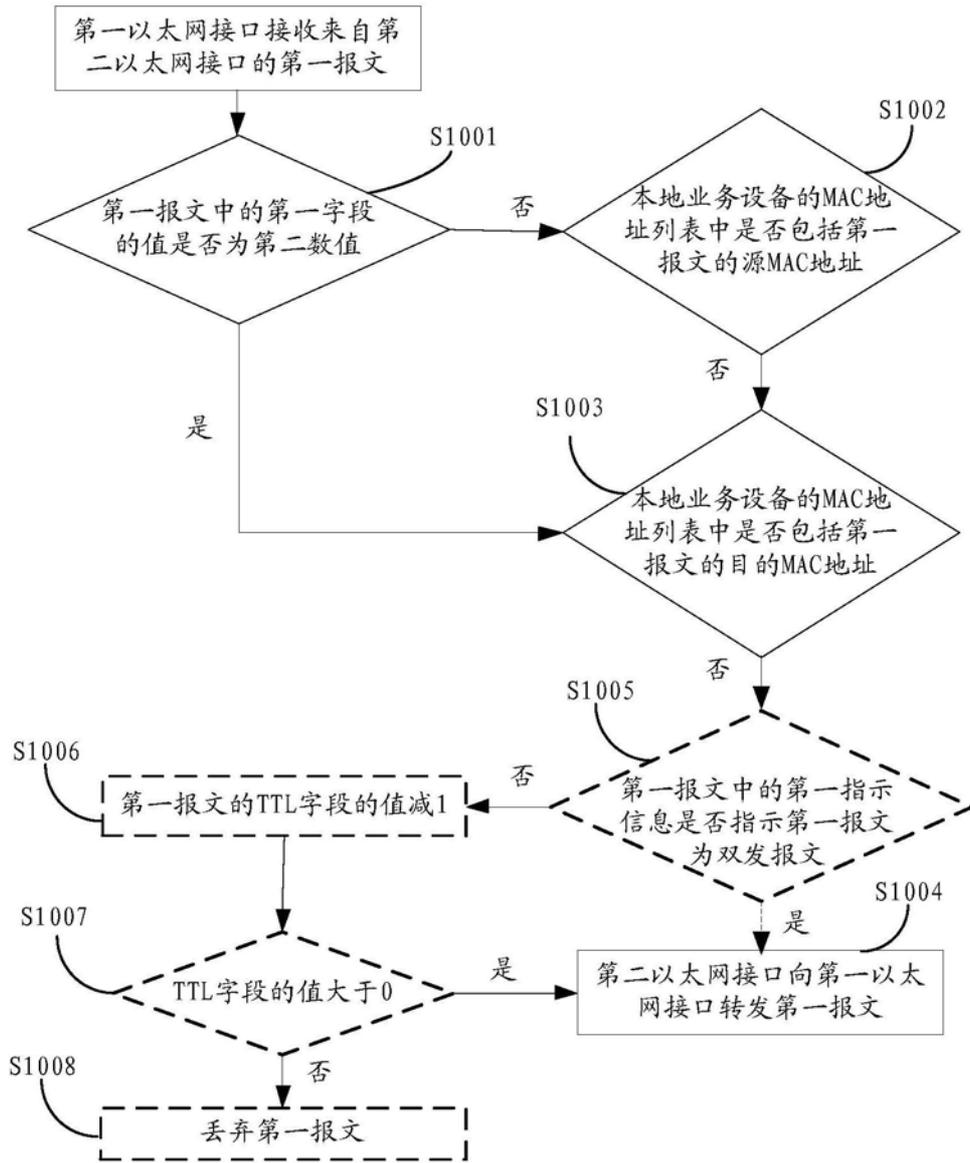


图10

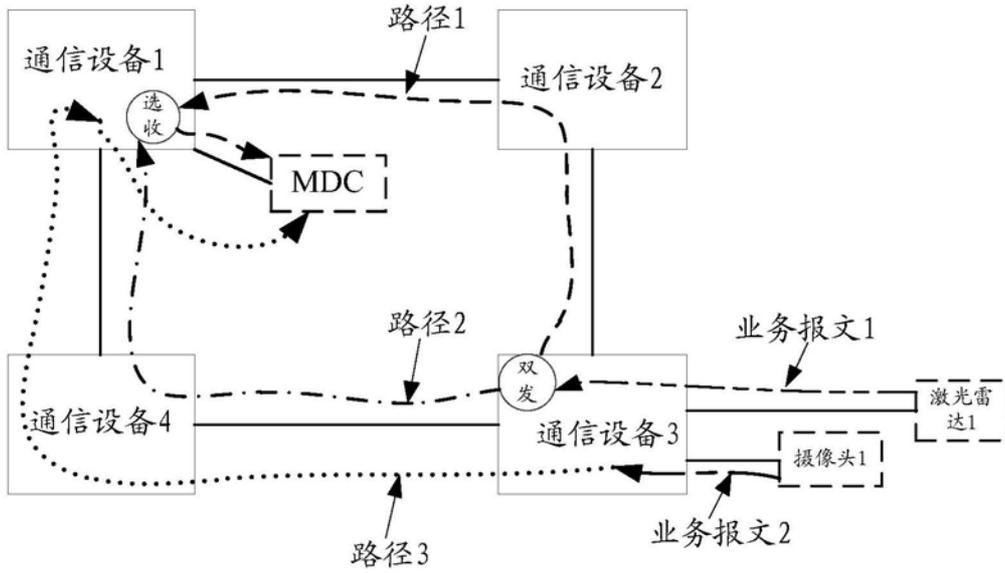


图11a

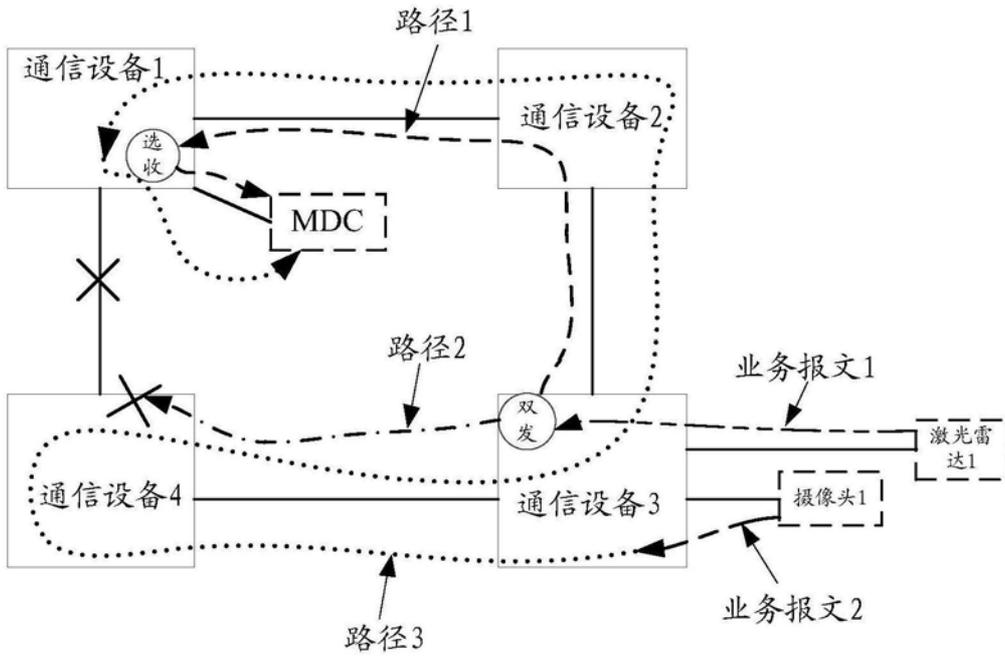


图11b

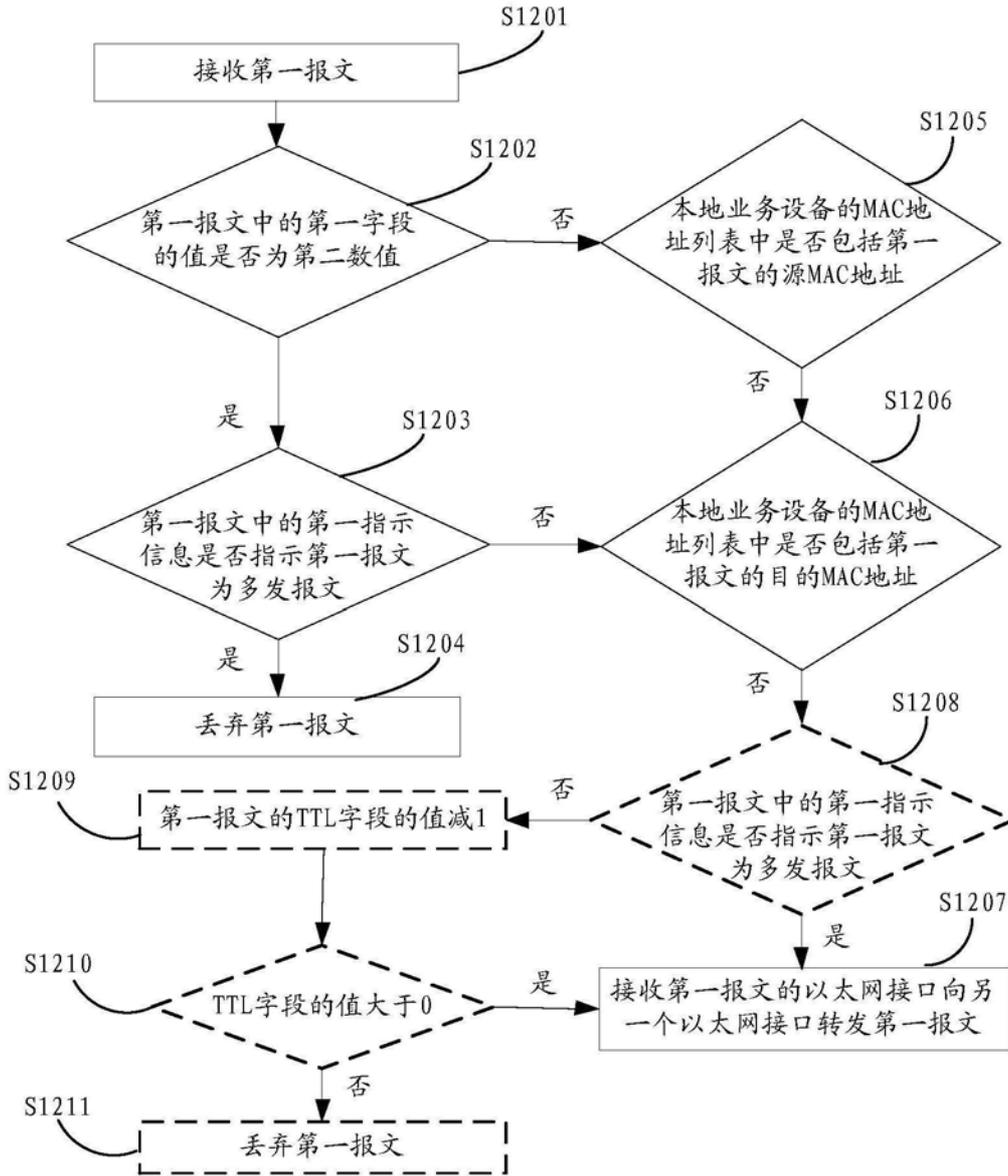


图12a

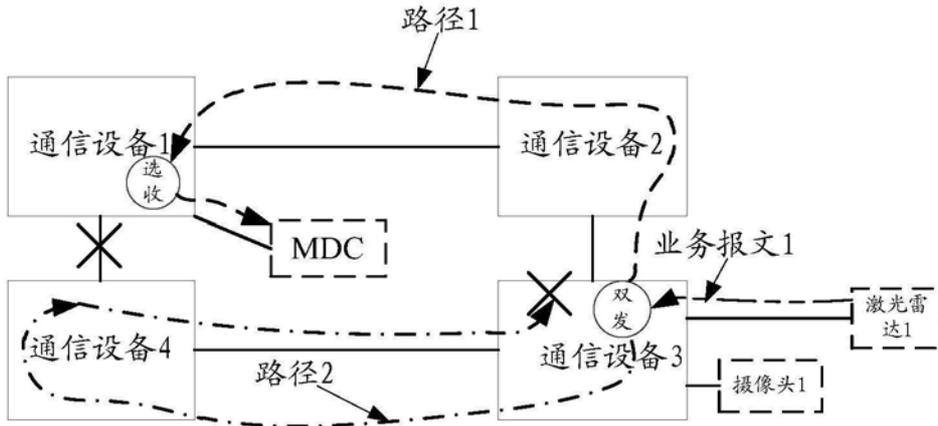


图12b

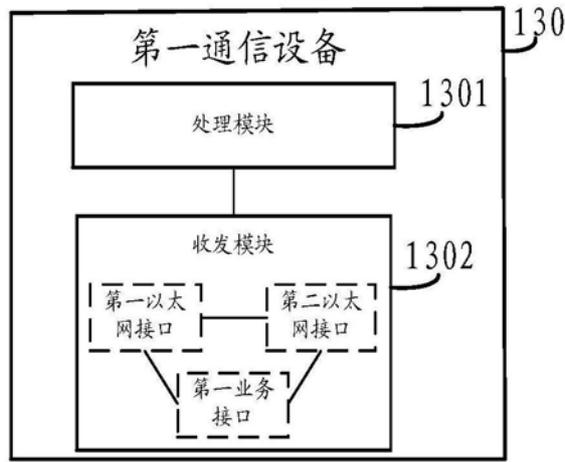


图13