



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118200199 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 14

(21) 申请号 202211606335.9

(22) 申请日 2022.12.14

(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 管高扬 陈瑞宁 王强东

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329

专利代理师 王君 肖鹏

(51) Int. Cl.

H04L 43/0852 (2022.01)

H04L 41/142 (2022.01)

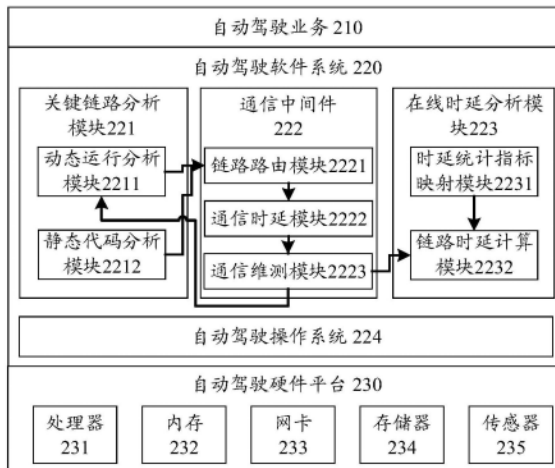
权利要求书4页 说明书25页 附图8页

(54) 发明名称

时延确定方法、装置和智能驾驶设备

(57) 摘要

本申请提供了一种时延确定方法、装置和智能驾驶设备,该方法包括:在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息,并记录获取该第一消息的第一时刻;从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。本申请的方法可以应用于智能车辆、电动车辆等自动驾驶车辆中,对于用户而言,该时延确定方法简单、易用、学习成本低。



1. 一种时延确定方法,其特征在于,包括:

在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或所述尾业务节点接收用于生成所述第一控制指令的消息时,获取所述尾业务节点发送的第一消息,并记录获取所述第一消息的第一时刻;

从所述第一消息中获取第一时延信息,所述第一时延信息用于确定所述第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,所述第一数据用于生成所述第一控制指令;

根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定所述第一数据流链路的第一端到端时延。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述头业务节点包括第一节点和第二节点,所述第一时延信息用于确定所述第一节点发送所述第一数据的第二时刻,以及所述第二节点发送第二数据的第三时刻,所述第二数据用于生成所述第一控制指令,所述根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定所述第一数据流链路的第一端到端时延,包括:

根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定第一子链路的第一时延,所述第一子链路包括所述第一节点和所述尾业务节点;

根据所述第一时刻和所述第三时刻,确定第二子链路的第二时延,所述第二子链路包括所述第二节点和所述尾业务节点;

根据所述第一时延和所述第二时延确定所述第一端到端时延。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述头业务节点包括第三节点和第四节点,所述第一时延信息用于确定所述第三节点发送所述第一数据的第二时刻,所述方法还包括:

根据所述第一时延信息获取第二时延信息,所述第二时延信息用于确定所述第四节点发送第三数据的第四时刻,所述第三数据用于生成所述第一控制指令;

所述根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定第一数据流链路的第一端到端时延,包括:

根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定第三子链路的第三时延,所述第三子链路包括所述第三节点和所述尾业务节点;

根据所述第一时刻和所述第四时刻,确定第四子链路的第四时延,所述第四子链路包括所述第四节点和所述尾业务节点;

根据所述第三时延和所述第四时延确定所述第一端到端时延。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第二时延信息为中间业务节点的第一接收端口和/或第二接收端口接收到消息时生成,所述中间业务节点为所述第三子链路和所述第四子链路共用的业务节点,所述第一接收端口用于接收通过所述第三子链路传输的消息,所述第二接收端口用于接收通过所述第四子链路传输的消息。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于,所述确定第一数据流链路的第一端到端时延,包括:

根据第一用户配置信息确定第一统计指标;

根据所述第一统计指标,确定所述第一端到端时延;

其中,所述第一统计指标与如下至少一种相关联:所述第一数据流链路的平均时延,所述第一数据流链路的最慢响应时延,所述第一数据流链路的最快响应时延。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一数据流链路还包括

第一业务节点和第二业务节点,所述获取第一数据流链路的尾业务节点发送的第一消息之前,所述方法还包括:

将所述头业务节点发送第一数据的第二时刻的信息,写入所述第一业务节点向第二业务节点发送的第二消息中。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一时延信息为基于所述第一数据流链路生成,所述方法还包括:

根据所述头业务节点和所述尾业务节点,确定所述第一数据流链路。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述确定所述第一数据流链路之前,所述方法还包括:

根据第二用户配置信息确定所述头业务节点和/或所述尾业务节点。

9.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述确定所述第一数据流链路之前,所述方法还包括:

获取所述第一数据流链路的第三业务节点的消息通道的信息;

确定所述第三业务节点的依赖关系;

所述确定所述第一数据流链路,包括:

根据所述头业务节点、所述尾业务节点、所述第三业务节点的消息通道的信息,以及所述第三业务节点的依赖关系,确定所述第一数据流链路。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法由自动驾驶操作系统执行。

11.根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述自动驾驶操作系统与如下至少一项相关联:汽车开放系统架构通信管理模块AUTOSAR CM、机器人操作系统ROS。

12.一种时延确定装置,其特征在于,包括第一获取单元、记录单元、第二获取单元和第一确定单元,其中,

所述第一获取单元用于,在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或所述尾业务节点接收用于生成所述第一控制指令的消息时,获取所述尾业务节点发送的第一消息;

所述记录单元用于,记录获取所述第一消息的第一时刻;

所述第二获取单元用于,从所述第一消息中获取第一时延信息,所述第一时延信息用于确定所述第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,所述第一数据用于生成所述第一控制指令;

所述第一确定单元用于,根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定所述第一数据流链路的第一端到端时延。

13.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述头业务节点包括第一节点和第二节点,所述第一时延信息用于确定所述第一节点发送所述第一数据的第二时刻,以及所述第二节点发送第二数据的第三时刻,所述第二数据用于生成所述第一控制指令,所述第一确定单元用于:

根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定第一子链路的第一时延,所述第一子链路包括所述第一节点和所述尾业务节点;

根据所述第一时刻和所述第三时刻,确定第二子链路的第二时延,所述第二子链路包

括所述第二节点和所述尾业务节点；

根据所述第一时延和所述第二时延确定所述第一端到端时延。

14. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述头业务节点包括第三节点和第四节点,所述第一时延信息用于确定所述第三节点发送第一数据的第二时刻,所述第二获取单元还用于:

根据所述第一时延信息获取第二时延信息,所述第二时延信息用于确定所述第四节点发送第三数据的第四时刻,所述第三数据用于生成所述第一控制指令;

所述第一确定单元用于:

根据所述第一时刻和所述第二时刻,确定第三子链路的第三时延,所述第三子链路包括所述第三节点和所述尾业务节点;

根据所述第一时刻和所述第四时刻,确定第四子链路的第四时延,所述第四子链路包括所述第四节点和所述尾业务节点;

根据所述第三时延和所述第四时延确定所述第一端到端时延。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述第二时延信息为中间业务节点的第一接收端口和/或第二接收端口接收到消息时生成,所述中间业务节点为所述第三子链路和所述第四子链路共用的业务节点,所述第一接收端口用于接收通过所述第三子链路传输的消息,所述第二接收端口用于接收通过所述第四子链路传输的消息。

16. 根据权利要求12至15中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一确定单元用于:

根据第一用户配置信息确定第一统计指标;

根据所述第一统计指标,确定所述第一端到端时延;

其中,所述第一统计指标与如下至少一种相关联:所述第一数据流链路的平均时延,所述第一数据流链路的最慢响应时延,所述第一数据流链路的最快响应时延。

17. 根据权利要求12至16中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一数据流链路还包括第一业务节点和第二业务节点,所述装置还包括处理单元,用于:

在所述第一获取单元获取第一数据流链路的尾业务节点发送的第一消息之前,将所述头业务节点发送第一数据的第二时刻的信息,写入所述第一业务节点向第二业务节点发送的第二消息中。

18. 根据权利要求12至17中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括第二确定单元,所述第一时延信息为基于所述第一数据流链路生成,所述第二确定单元用于:

根据所述头业务节点和所述尾业务节点,确定所述第一数据流链路。

19. 根据权利要求18所述的装置,其特征在于,所述装置还包括第三确定单元,所述第三确定单元用于:

在所述第二确定单元确定所述第一数据流链路之前,根据第二用户配置信息确定所述头业务节点和/或所述尾业务节点。

20. 根据权利要求18所述的装置,其特征在于,所述装置包括第三获取单元和第四确定单元,所述第三获取单元用于:

在所述第二确定单元确定所述第一数据流链路之前,获取所述第一数据流链路的第三业务节点的消息通道的信息;

所述第四确定单元用于确定所述第三业务节点的依赖关系;

所述第二确定单元用于：

根据所述头业务节点、所述尾业务节点，所述第三业务节点的消息通道的信息，以及所述第三业务节点的依赖关系，确定所述第一数据流链路。

21. 根据权利要求12至20中任一项所述的装置，其特征在于，所述装置与自动驾驶操作系统相关联。

22. 根据权利要求21所述的装置，其特征在于，所述自动驾驶操作系统与如下至少一项相关联：汽车开放系统架构通信管理模块AUTOSAR CM、机器人操作系统ROS。

23. 一种时延确定装置，其特征在于，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行所述存储器中存储的计算机程序，以使得所述装置执行如权利要求1至11中任一项所述的方法。

24. 一种时延确定系统，其特征在于，包括链路分析装置和时延确定装置，其中，

所述链路分析装置用于根据头业务节点和/或尾业务节点的信息，确定包括所述头业务节点和所述尾业务节点的第一数据流链路；

所述时延确定装置用于在所述尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时，或所述尾业务节点接收用于生成所述第一控制指令的消息时，获取所述尾业务节点发送的第一消息，并记录获取所述第一消息的第一时刻；从所述第一消息中获取第一时延信息，所述第一时延信息用于确定所述头业务节点发送第一数据的第二时刻，所述第一数据用于生成所述第一控制指令；根据所述第一时刻和所述第二时刻，确定所述第一数据流链路的第一端到端时延。

25. 一种智能驾驶设备，其特征在于，包括如权利要求12至23中任一项所述的装置，或者如权利要求24所述的系统。

26. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，其上存储有指令，所述指令被处理器执行时，以使得处理器实现如权利要求1至11中任一项所述的方法。

27. 一种芯片，其特征在于，所述芯片包括电路，所述电路用于执行如权利要求1至11中任一项所述的方法。

## 时延确定方法、装置和智能驾驶设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及通信技术领域,更具体地,涉及一种时延确定方法、装置和智能驾驶设备。

### 背景技术

[0002] 自动驾驶系统和业务中的端到端时延,是指从传感器发出采集到的数据,经过数据流链路上感知、融合、规划、控制等任务处理后,到控制器发出控制指令所需的时间,端到端时延可以反映自动驾驶响应速度。

[0003] 当前大量针对自动驾驶系统和业务的优化都围绕着端到端时延或数据流链路中部分时延展开。在车辆运行过程中,实时确定的自动驾驶业务的端到端链路时延,可以用于指示业务及时调整、纠正及恢复,对自动驾驶系统的安全性来说至关重要。

[0004] 鉴于此,一种简便、易用的时延计算方案亟待开发。

### 发明内容

[0005] 本申请提供一种的时延确定方法、装置和智能驾驶设备,无需用户提供关键数据流链路信息,也可以确定关键数据流链路的端到端时延,有助于降低确定端到端时延过程中的用户学习成本。

[0006] 第一方面,提供了一种的时延确定方法,该方法可以由智能驾驶设备执行;或者,也可以由智能驾驶设备的计算平台执行;或者,还可以由用于智能驾驶设备的芯片或电路执行,本申请对此不作限定。

[0007] 本申请涉及的智能驾驶设备可以包括路上交通工具、水上交通工具、空中交通工具、工业设备、农业设备、或娱乐设备等。例如智能驾驶设备可以为车辆,该车辆为广义概念上的车辆,可以是交通工具(如商用车、乘用车、摩托车、飞行车、火车等),工业车辆(如:叉车、挂车、牵引车等),工程车辆(如挖掘机、推土车、吊车等),农用设备(如割草机、收割机等),游乐设备,玩具车辆等,本申请实施例对车辆的类型不作具体限定。再如,智能驾驶设备可以为飞机、或轮船等交通工具。

[0008] 该方法包括:在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息,并记录获取该第一消息的第一时刻;从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0009] 在上述技术方案中,时延信息(如第二时刻的信息)可以通过第一数据流链路传递给尾业务节点,使得无需用户提供数据流链路的信息,即可根据从尾业务节点处接收的信息,确定该尾业务节点所处第一数据流链路的端到端时延,对于用户而言简单、易用、学习成本低。

[0010] 在一些可能的实现方式中,在获取该尾业务节点发送的第一消息之前,确定该第一数据流链路的该尾业务节点。例如,可以根据用户提供的头业务节点和尾业务节点的信息确定该尾业务节点和第一数据流链路;再例如,可以根据预设关键词确定头业务节点和尾业务节点,进而确定第一数据流链路。

[0011] 在一些可能的实现方式中,在获取该尾业务节点发送的第一消息之前,对第一数据流链路中的所有业务节点进行配置,使得除头业务节点和尾业务节点以外的每个业务节点可以将头业务节点的时延信息(如第二时刻的信息)传递给下一业务节点,并最终传递给尾业务节点。

[0012] 示例性地,上述第一数据流链路为关键数据流链路。

[0013] 示例性地,该用于生成所述第一控制指令的消息可以包括:与第一数据相关联的信息。

[0014] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该头业务节点包括第一节点和第二节点,该第一时延信息用于确定该第一节点发送该第一数据的第二时刻,以及该第二节点发送第二数据的第三时刻,该第二数据用于生成该第一控制指令,该根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延,包括:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第一子链路的第一时延,该第一子链路包括该第一节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第三时刻,确定第二子链路的第二时延,该第二子链路包括该第二节点和该尾业务节点;根据该第一时延和该第二时延确定该第一端到端时延。

[0015] 在一些可能的实现方式中,该第一时延信息可以为第一子链路和第二子链路合并处的中间业务节点的通信中间件生成的。可以理解的是,上述中间业务节点可以包括两个及以上接收端口,以及一个发送端口。

[0016] 可以理解的是,尾业务节点需要根据第一数据和第二数据生成第一控制指令,因此,在计算包含尾业务节点所处数据流链路的端到端时延时,需要考虑第一节点和第二节点的时延数据。

[0017] 在一些可能的实现方式中,尾业务节点在同一时刻接收到与第一数据相关联的消息以及与第二数据相关联的消息,则“该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时”为上述时刻;或者,尾业务节点在第一时刻接收到与第一数据相关联的消息,在第二时刻接收到与第二数据相关联的消息,则“该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时”为上述第一时刻以及第二时刻。也就是说,在第一数据流链路包括多个头业务节点时,“该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时”为:尾业务节点每接收到一个头业务节点的数据相关联的消息的时刻。

[0018] 其中,“与第一数据(或第二数据)相关联的消息”可以包括:包括第一数据(或第二数据)的消息,和/或包括根据第一数据(或第二数据)确定的信息的信息。

[0019] 在上述技术方案中,在第一数据流链路包含多个头业务节点时,第一时延信息中可以包括该多个头业务节点的时延信息(如第二时刻的信息和第三时刻的信息),以使得时延确定装置可以根据该第一时延信息,以较低开销和较高效率确定多源头数据流链路中的每条子链路的端到端时延。上述第一端到端时延包括该每条子链路的端到端时延。

[0020] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该头业务节点包括第三节点和第四节点,该第一时延信息用于确定该第三节点发送该第一数据的第二时刻,该方法还包括:

根据该第一时延信息获取第二时延信息,该第二时延信息用于确定该第四节点发送第三数据的第四时刻,该第三数据用于生成该第一控制指令;该根据该第一时刻和该第二时刻,确定第一数据流链路的第一端到端时延,包括:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第三子链路的第三时延,该第三子链路包括该第三节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第四时刻,确定第四子链路的第四时延,该第四子链路包括该第四节点和该尾业务节点;根据该第三时延和该第四时延确定该第一端到端时延。

[0021] 在上述技术方案中,在第一数据流链路包含多个头业务节点时,第一时延信息中可以包括该多个头业务节点中任一个头业务节点的时延信息(如第二时刻的信息),以使得时延确定装置可以根据该第一时延信息可以确定第二时延信息,进而确定多源头数据流链路中的每条子链路的端到端时延。上述第一端到端时延包括该每条子链路的端到端时延。

[0022] 在多源头数据流链路的头业务节点个数太多时,将所有头业务节点的时延信息均写入传输的消息中,可能导致消息的数据包过大,消息传输所需开销大,则可以通过上述第二时延信息承载所有的头业务节点的时延信息,进而通过第一时延信息确定第二时延信息。在多源头数据流链路的头业务节点个数较少(例如仅有两个或三个头业务节点)、或者多源头链路的合并节点距离尾业务节点较近、或者数量流链路较短时,则可以将所有的头业务节点的时延信息均写入传输的消息中,以避免再通过第一时延信息确定第二时延信息,可以减少计算端到端时延的计算复杂度和计算开销。

[0023] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第二时延信息为中间业务节点的第一接收端口和/或第二接收端口接收到消息时生成,该中间业务节点为该第三子链路和该第四子链路共用的业务节点,该第一接收端口用于接收通过该第三子链路传输的消息,该第二接收端口用于接收通过该第四子链路传输的消息。

[0024] 在一些可能的实现方式中,第一接收端口和第二接收端口先、后收到消息,则该第二时延信息为中间业务节点的第二接收端口收到消息时生成。

[0025] 在一些可能的实现方式中,中间业务节点的发送端口向下一业务节点发送消息,该消息中包括与第一数据相关联的消息以及与第三数据相关联的消息,则该消息中包括第三节点的时延信息(例如第二时刻的信息);或者,中间业务节点的发送端口向下一业务节点发送消息,该消息中包括与第一数据相关联的消息或与第三数据相关联的消息,也就是说,中间业务节点将与第一数据相关联的消息、与第三数据相关联的消息分别发送给下一节点,则中间业务节点两次发送的消息中均需包括第三节点的时延信息(例如第二时刻的信息)或第四节点的时延信息(例如第四时刻的信息)。也就是说,中间业务节点向尾业务节点发送的消息中可以包括任一业务节点的时延信息。

[0026] 在上述技术方案中,通过中间业务节点的通信中间件生成第二时延信息,有助于降低传输头业务节点的时延信息所需的传输开销,且有助于提高确定多源头数据流链路中的每条子链路的端到端时延。

[0027] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该确定第一数据流链路的第一端到端时延,包括:根据第一用户配置信息确定第一统计指标;根据该第一统计指标,确定该第一端到端时延;其中,该第一统计指标与如下至少一种相关联:该第一数据流链路的平均时延,该第一数据流链路的最慢响应时延,该第一数据流链路的最快响应时延。

[0028] 在上述技术方案中,可以根据用户输入的配置信息,可以将统计指标映射为预定

义的端到端时延确定方法,进而计算出用户关注的端到端时延,通过简单易用、用户友好的统计指标来描述用户所关心的端到端时延统计方式,有助于提高用户的使用体验。

[0029] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一数据流链路还包括第一业务节点和第二业务节点,该获取第一数据流链路的尾业务节点发送的第一消息之前,该方法还包括:将该头业务节点发送第一数据的第二时刻的信息,写入该第一业务节点向第二业务节点发送的第二消息中。

[0030] 在上述技术方案中,第一数据流链路中除头业务节点和尾业务节点以外的其他业务节点,可以将头业务节点的时延信息传递给尾业务节点,以使得在确定第一数据流链路的端到端时延时,无需获取第一数据流链路的信息,也无需从第一数据流链路中每个业务节点处获取时延信息,有助于提高计算端到端时延的效率;此外,若通过从每个业务节点处获取的时延信息计算端到端时延,由于数据传输过程中的丢包、乱序等问题,可能导致计算的端到端时延不准确,或者不是用户想要的端到端时延;基于上述技术方案,可以降低丢包、乱序等对计算端到端时延的影响,有助于提高计算的端到端时延的准确度。

[0031] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一时延信息为基于该第一数据流链路生成,该方法还包括:根据该头业务节点和该尾业务节点,确定该第一数据流链路。

[0032] 示例性地,在业务节点运行过程中,根据该头业务节点和该尾业务节点,通过经典图论算法或数据挖掘算法可以确定该第一数据流链路。

[0033] 示例性地,在业务节点未运行时,根据该头业务节点和该尾业务节点,通过对自动驾驶业务的源代码进行数据染色分析可以确定该第一数据流链路。

[0034] 在一些可能的实现方式中,该头业务节点和该尾业务节点可以是根据预设关键词确定的。

[0035] 在上述技术方案中,无需用户提供数据流链路信息,可以根据头业务节点和尾业务节点的信息确定数据流链路,对于用户而言简单、易用、学习成本低。

[0036] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该确定该第一数据流链路之前,该方法还包括:根据第二用户配置信息确定该头业务节点和/或该尾业务节点。

[0037] 在一些可能的实现方式中,该第二用户配置信息和上述第一用户配置信息为用户在同一时刻输入的配置信息。

[0038] 在上述技术方案中,通过用户配置信息确定该头业务节点和/或该尾业务节点,无需时延确定装置自行推测头业务节点以及尾业务节点,降低确定时延过程中的计算复杂度和计算开销。

[0039] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该确定该第一数据流链路之前,该方法还包括:获取该第一数据流链路的第三业务节点的消息通道的信息;确定该第三业务节点的依赖关系;该确定该第一数据流链路,包括:根据该头业务节点、该尾业务节点、该第三业务节点的消息通道的信息,以及该第三业务节点的依赖关系,确定该第一数据流链路。

[0040] 在上述技术方案中,无需业务节点运行,即可分析得出第一数据流链路。

[0041] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该方法由自动驾驶操作系统执行。

[0042] 在上述技术方案中,在自动驾驶系统中打桩,以使自动驾驶系统执行端到端时延计算。可见,上述方法无需在自动驾驶业务中打桩,即无需修改自动驾驶业务的源代码,可

以降低对业务代码的功能安全和性能指标的影响,有助于在保证自动驾驶业务的功能安全的前提下,确定关键数据流链路的端到端时延。

[0043] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该自动驾驶操作系统与如下至少一项相关联:汽车开放系统架构通信管理模块AUTOSAR CM、机器人操作系统ROS。

[0044] 示例性地,自动驾驶操作系统与AUTOSAR CM和/或ROS相关联可以包括:自动驾驶操作系统基于AUTOSAR CM和/或ROS通信协议栈运行。

[0045] 示例性地,ROS可以为ROS1或ROS2。

[0046] 在上述技术方案中,对AUTOSAR CM和ROS协议栈进行了统一设计,在自动驾驶操作系统涉及AUTOSAR CM和ROS两种协议栈时,无需对时延确定方法进行更改,即可同时对两种协议栈的业务节点进行在线端到端时延计算。

[0047] 第二方面,提供了一种的时延确定方法,该方法包括:在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取与该尾业务节点关联的第一时延信息,并记录获取该第一时延信息的第一时刻;该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0048] 示例性地,“与该尾业务节点关联的第一时延信息”可以包括:从尾业务节点接收的用于生成该第一控制指令的消息中获取第一时延信息;或者,从特定时延通道中获取尾业务节点发送的第一消息,该第一消息中包括第一时延信息,在上述情况下,获取该第一时延信息的第一时刻为获取尾业务节点发送的第一消息的时刻。

[0049] 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该方法还可以包括第一方面中一种或一些可能实现方式中的方法,在此不再赘述。

[0050] 第三方面,提供一种时延确定装置,其特征在于,包括第一获取单元、记录单元、第二获取单元和第一确定单元,其中,该第一获取单元用于,在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息;该记录单元用于,记录获取该第一消息的第一时刻;该第二获取单元用于,从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;该第一确定单元用于,根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0051] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该头业务节点包括第一节点和第二节点,该第一时延信息用于确定该第一节点发送该第一数据的第二时刻,以及该第二节点发送第二数据的第三时刻,该第二数据用于生成该第一控制指令,该第一确定单元用于:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第一子链路的第一时延,该第一子链路包括该第一节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第三时刻,确定第二子链路的第二时延,该第二子链路包括该第二节点和该尾业务节点;根据该第一时延和该第二时延确定该第一端到端时延。

[0052] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该头业务节点包括第三节点和第四节点,该第一时延信息用于确定该第三节点发送第一数据的第二时刻,该第二获取单元

还用于:根据该第一时延信息获取第二时延信息,该第二时延信息用于确定该第四节点发送第三数据的第四时刻,该第三数据用于生成该第一控制指令;该第一确定单元用于:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第三子链路的第三时延,该第三子链路包括该第三节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第四时刻,确定第四子链路的第四时延,该第四子链路包括该第四节点和该尾业务节点;根据该第三时延和该第四时延确定该第一端到端时延。

[0053] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该第二时延信息为中间业务节点的第一接收端口和/或第二接收端口接收到消息时生成,该中间业务节点为该第三子链路和该第四子链路共用的业务节点,该第一接收端口用于接收通过该第三子链路传输的消息,该第二接收端口用于接收通过该第四子链路传输的消息。

[0054] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该第一确定单元用于:根据第一用户配置信息确定第一统计指标;根据该第一统计指标,确定该第一端到端时延;其中,该第一统计指标与如下至少一种相关联:该第一数据流链路的平均时延,该第一数据流链路的最慢响应时延,该第一数据流链路的最快响应时延。

[0055] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该第一数据流链路还包括第一业务节点和第二业务节点,该装置还包括处理单元,用于:在该第一获取单元获取第一数据流链路的尾业务节点发送的第一消息之前,将该头业务节点发送第一数据的第二时刻的信息,写入该第一业务节点向第二业务节点发送的第二消息中。

[0056] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该装置还包括第二确定单元,该第一时延信息为基于该第一数据流链路生成,该第二确定单元用于:根据该头业务节点和该尾业务节点,确定该第一数据流链路。

[0057] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该装置还包括第三确定单元,该第三确定单元用于:在该第二确定单元确定该第一数据流链路之前,根据第二用户配置信息确定该头业务节点和/或该尾业务节点。

[0058] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该装置包括第三获取单元和第四确定单元,该第三获取单元用于:在该第二确定单元确定该第一数据流链路之前,获取该第一数据流链路的第三业务节点的消息通道的信息;该第四确定单元用于确定该第三业务节点的依赖关系;该第二确定单元用于:根据该头业务节点、该尾业务节点、该第三业务节点的消息通道的信息,以及该第三业务节点的依赖关系,确定该第一数据流链路。

[0059] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该装置与自动驾驶操作系统相关联。

[0060] 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,所述自动驾驶操作系统与如下至少一项相关联:汽车开放系统架构通信管理模块AUTOSAR CM、机器人操作系统ROS。

[0061] 第四方面,提供了一种的时延确定装置,该装置包括获取单元、记录单元和第一确定单元,其中,该获取单元用于在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取与该尾业务节点关联的第一时延信息;记录单元用于记录获取该第一时延信息的第一时刻,该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;第一确定单元用于,根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0062] 第五方面,提供了一种时延确定装置,该装置包括:存储器,用于存储计算机程序;处理器,用于执行该存储器中存储的计算机程序,以使得该装置执行如第一方面或第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

[0063] 第六方面,提供了一种时延确定系统,包括链路分析装置和时延确定装置,其中,

[0064] 该链路分析装置用于根据头业务节点和/或尾业务节点的信息,确定包含该头业务节点和该尾业务节点的第一数据流链路;

[0065] 该时延确定装置用于在该尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息,并记录获取该第一消息的第一时刻;从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0066] 第七方面,提供了一种智能驾驶设备,该智能驾驶设备包括如第三方面至第五方面任一种可能实现方式中的装置,或者如第六方面任一种可能实现方式中的系统。

[0067] 结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,该智能驾驶设备为车辆。

[0068] 第八方面,提供了一种计算机程序产品,上述计算机程序产品包括:计算机程序代码,当上述计算机程序代码在计算机上运行时,使得计算机执行上述第一方面或第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

[0069] 需要说明的是,上述计算机程序代码可以全部或部分存储在第一存储介质上,其中第一存储介质可以与处理器封装在一起的,也可以与处理器单独封装。

[0070] 第九方面,提供了一种计算机可读介质,上述计算机可读介质存储有指令,当上述指令被处理器执行时,使得处理器实现上述第一方面或第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

[0071] 第十方面,提供了一种芯片,该芯片包括电路,该电路用于执行上述第一方面或第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

## 附图说明

[0072] 图1是本申请实施例提供的一种智能驾驶设备的示意性框图;

[0073] 图2是本申请实施例提供的一种时延确定方法实施所需的系统架构的示意图;

[0074] 图3是本申请实施例提供的一种时延确定方法实施所需的系统架构的示意图;

[0075] 图4是本申请实施例提供的一种时延确定方法实施所需的系统架构的示意图;

[0076] 图5是本申请实施例提供的一种时延确定方法的示意性流程图;

[0077] 图6是本申请实施例提供的一种时延确定方法的示意性流程图;

[0078] 图7是本申请实施例提供的一种业务节点的依赖关系图示意;

[0079] 图8是本申请实施例提供的一种时延确定方法的示意性流程图;

[0080] 图9是本申请实施例提供的一种消息中时延字段的示意图;

[0081] 图10是本申请实施例提供的一种时延确定方法的示意性流程图;

[0082] 图11是本申请实施例提供的业务节点收发消息时序的示意图;

[0083] 图12是本申请实施例提供的一种时延确定装置的示意性框图;

[0084] 图13是本申请实施例提供的一种时延确定装置的示意性框图。

## 具体实施方式

[0085] 在本申请实施例的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,例如,A/B可以表示A或B;本文中的“和/或”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。本申请中,“至少一个”是指一个或者多个,“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。

[0086] 本申请实施例中采用诸如“第一”、“第二”的前缀词,仅仅为了区分不同的描述对象,对被描述对象的位置、顺序、优先级、数量或内容等没有限定作用。本申请实施例中对序数词等用于区分描述对象的前缀词的使用不对所描述对象构成限制,对所描述对象的陈述参见权利要求或实施例中上下文的描述,不应因为使用这种前缀词而构成多余的限制。

[0087] 为了方便理解本申请实施例的方案,首先介绍本申请涉及的概念:

[0088] 1. 自动驾驶操作系统(以下简称自动驾驶系统):例如是基于可移植操作系统接口(portable operating system interface,POSIX)标准的操作系统,适用于自动驾驶所需要的高性能计算和高带宽通信的操作系统,提供智能驾驶设备的环境感知、传感器融合和路径规划等功能。

[0089] 2. 自动驾驶业务(以下简称业务):在自动驾驶系统中,业务通常是使用通信中间件封装、具有特定的自动驾驶功能的进程和/或线程的集合。该通信中间件可以是机器人操作系统(robot operating system,ROS)、汽车开放系统架构通信管理模块(automotive open system architecture communication management,AUTOSAR CM)等。该自动驾驶功能可以包括智能驾驶设备的环境感知、传感器融合和路径规划等功能。

[0090] 3. 业务节点:业务节点是提供业务的实体,两个业务节点之间通过调用通信中间件的消息发送、接收等应用程序接口(application programming interface,API)实现消息或服务调用在进程或组件之间的传递。一个业务节点可以执行一个或多个任务,实现特定的自动驾驶功能。

[0091] 4. 消息传递:计算机系统中,进程间或软件组件间的一类数据通信方法的统称。它将待通信的数据抽象并封装为“消息”,参与通信的双方或多方通过调用消息发送、接收等原语实现消息在进程或组件之间的传递,从而完成数据通信。

[0092] 5. 消息通道(topic):在本申请中,消息通道是业务节点之间指定的通信通道,消息通道的组成包括发送者的发送端口、接收者的接收端口、通道名称、消息格式等。

[0093] 6. 数据流链路:数据以消息的形式在业务节点之间传输形成的链路。

[0094] 7. 关键数据流链路:所有数据流链路中,影响自动驾驶功能、决策、控制、安全性中的一个或多个的链路;或者,也可以为用户想要了解其端对端时延的数据流链路。

[0095] 8. 头业务节点:关键数据流链路的起点,例如可以为传感器。

[0096] 9. 尾业务节点:关键数据流链路的终点,例如可以为控制器。

[0097] 在本申请中,一条数据流链路可能有一个或多个头业务节点,或者也可以有一个或多个尾业务节点。

[0098] 10. 端到端时延:在本申请中,端到端时延是指从传感器发出采集到的数据,经过

数据流链路上感知、融合、规划、控制等任务处理后,到控制器发出控制指令所需的时长;或者,端到端时延是指从传感器发出采集到的数据,到控制器接收到用于生成控制指令的消息所需的时长。例如,端到端时延可以为:消息从数据流链路的头业务节点传递到数据流链路的尾业务节点所需时长。端到端时延可以包括业务节点之间的通信时延和业务节点执行任务所需的计算时延,端到端时延越短,自动驾驶系统的控制频率越高,自动驾驶系统的灵敏性越高,在出现意外情况时,智能驾驶设备可以快速的做出响应保障自身的安全性。

[0099] 11.业务节点的依赖关系:当前业务节点与其他业务节点之间存在的接收消息和/或发送消息的关系。

[0100] 12.ROS:ROS是一个适用于机器人的开源的元操作系统。它提供了操作系统应有的服务,包括硬件抽象,底层设备控制,常用函数的实现,进程间消息传递,以及包管理。它也提供用于获取、编译、编写、和跨计算机运行代码所需的工具和库函数。ROS并非传统意义上的操作系统,无法直接运行在计算机硬件上,其需要依赖于其他操作系统,例如Linux系统、Windows系统等。随着ROS的不断发展,已演变出ROS1和ROS2两种版本。其中,ROS1与ROS2所使用的通信协议以及架构均不同,ROS1使用的是传输控制协议(transmission control protocol,TCP)和用户数据报协议(user datagram protocol,UDP),而ROS2使用的是数据分发服务(data distribution service,DDS)协议。从通信主体来看,ROS1的最小运行单元是节点,即节点之间可以相互通信,但是节点之间的通信由一个节点管理器(master)控制,若节点管理器出现问题,各节点之间将无法通信;而ROS2的最小运行单元是可执行对象,每个可执行对象内部可以包含若干个节点,节点与节点之间通过“自发现机制”找到彼此,从而建立稳定的通信连接,无需节点管理器的参与。

[0101] 下面将结合附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。

[0102] 图1是本申请实施例提供的智能驾驶设备的一个功能框图示意。如图1所示,该智能驾驶设备100可以包括感知系统120和计算平台150,其中,感知系统120可以包括用于感测智能驾驶设备100周边的环境的信息的若干种传感器。例如,感知系统120可以包括定位系统,定位系统可以是全球定位系统(global positioning system,GPS),也可以是北斗系统或者其他定位系统。又例如,感知系统120还可以包括惯性测量单元(inertial measurement unit,IMU)、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达以及摄像装置中的一种或者多种。

[0103] 智能驾驶设备100的部分或所有功能可以由计算平台150控制。计算平台150可包括处理器151至15n,处理器是一种具有信号的处理能力的电路,在一种实现中,处理器可以是具有指令读取与运行能力的电路,例如中央处理单元(central processing unit,CPU)、微处理器、图形处理器(graphics processing unit,GPU)(可以理解成一种微处理器)、或数字信号处理器(digital signal processor,DSP)等;在另一种实现中,处理器可以通过硬件电路的逻辑关系实现一定功能,该硬件电路的逻辑关系是固定的或可以重构的,例如处理器为专用集成电路(application-specific integrated circuit,ASIC)或可编程逻辑器件(programmable logic device,PLD)实现的硬件电路,例如现场可编程门阵列(field programmable gate array,FPGA)。在可重构的硬件电路中,处理器加载配置文档,实现硬件电路配置的过程,可以理解成处理器加载指令,以实现以上部分或全部单元的功能的过程。此外,处理器还可以是针对人工智能设计的硬件电路,其可以理解成一种ASIC,

例如神经网络处理单元(neural network processing unit,NPU)、张量处理单元(tensor processing unit,TPU)、深度学习处理单元(deep learning processing unit,DPU)等。此外,计算平台150还可以包括存储器,存储器用于存储指令,处理器151至15n中的部分或全部处理器可以调用存储器中的指令,以实现相应的功能。

[0104] 计算平台150可以包括自动驾驶域控制器(advanced driving domain controller,ADC),或称移动数据中心(mobile data center,MDC);车辆域控制器(vehicle domain controller,VDC);以及底盘域控制器(chassis domain controller,CDC)中的至少一个。或者计算平台150还可以包括其他计算平台,例如车载应用服务(in-car application-server,ICAS)控制器,车身控制器(body domain controller,BDC),特殊装备系统(special equipment system,SAS),媒体图形单元(media graphics unit,MGU),车身超级核心(body super core,BSC),ADAS超级核心(ADAS super core)等。其中,ICAS可以包括如下至少一项:车辆控制服务器ICAS1、智能驾驶服务器ICAS2、智能座舱服务器ICAS3、信息娱乐服务器ICAS4。

[0105] 示例性地,以计算平台150包括ADC为例,通过计算平台150可以控制高级驾驶辅助系统(advanced driving assistant system,ADAS)的运行。ADAS利用在智能驾驶设备上的多种传感器(包括但不限于:激光雷达、毫米波雷达、摄像装置、超声波传感器、全球定位系统、惯性测量单元)从智能驾驶设备周围获取信息,并对获取的信息进行分析和处理,实现例如障碍物感知、目标识别、智能驾驶设备定位、路径规划、驾驶员监控/提醒等功能,从而提升智能驾驶设备驾驶的安全性、自动化程度和舒适度。

[0106] 从逻辑功能上来说,ADAS系统一般包括三个主要功能模块:感知模块,决策模块和执行模块,感知模块通过传感器感知智能驾驶设备的周围环境,输入相应实时数据至决策模块,感知模块主要包括车载摄像头/超声波雷达/毫米波雷达/激光雷达等;决策模块根据从感知模块获取的信息,使用计算装置和算法做出相应决策;执行模块从决策模块接收到决策信号后采取相应行动,如驾驶、变道、转向、刹车、警示等。

[0107] 如上所述,从ADAS系统中的感知模块获取到智能驾驶设备的周围环境的信息起,至决策模块向执行模块发送决策信号所需的时长,即端到端时延,可以反映自动驾驶响应速度。端到端时延越短,自动驾驶系统的控制频率越高,自动驾驶系统的灵敏性越高。自动驾驶系统和业务的优化,也可以基于端到端时延展开,例如,根据端到端时延对业务进行调整。

[0108] 传统车厂和供应商开发辅助驾驶功能时大多基于AUTOSAR经典平台(classic AUTOSAR platform,AUTOSAR CP),在转型到面向AUTOSAR自适应平台(adaptive AUTOSAR platform,AUTOSAR AP)的自动驾驶业务开发时,缺少相应工具测量业务的端到端时延。当前常用的技术中,通常通过在自动驾驶业务的源代码打桩、插入探针的方式获取单个业务节点的时延,通过记录并集中所有业务节点的时延,用在线或者离线计算的方式得到数据流链路的端到端时延。但是上述方法存在以下不足:其一,需要修改业务的源代码,进行打桩、插入探针之类的操作,在关键函数出入口进行测量打桩,可能会影响业务代码的功能安全和性能指标,这是车厂和供应商所不希望的;其二,测量打桩以及插入的探针等和业务耦合性非常高,不够灵活可配,修改、调整成本高。并且,常用技术中,通常需要用户提供关键数据流链路的信息,在用户只熟悉代码开发,但无法提供关键数据流链路的信息时,当前技

术很难计算出用户需要的端到端时延。此外,车厂和供应商的AUTOSAR AP系统一般使用CM通信协议栈以及DDS通信协议栈,而自动驾驶业务和算法开发等大多使用ROS1或者ROS2的通信协议栈。当前技术背景下,针对AUTOSAR CM和ROS缺乏兼容、便捷的一体化时延统计工具,使得自动驾驶系统和业务集成时,可能会存在对端到端时延的确定难以统一、兼容的难题。

[0109] 鉴于此,本申请实施例提供一种时延确定方法、装置和智能驾驶设备,在用户不提供关键数据流链路的信息时,可以根据用户提供的头业务节点和尾业务节点的信息确定关键数据流链路,或者,在用户也未提供头业务节点和尾业务节点的信息时,可以根据关键词匹配先确定头业务节点和尾业务节点,进而根据头业务节点和尾业务节点确定关键数据流链路;进一步地,基于关键数据流链路,向尾业务节点传递头业务节点发出第一数据的第一时刻的相关信息,并从尾业务节点获取尾业务节点发出第一消息的第二时刻,该第一消息包括根据第一数据生成从第一控制指令,进而根据第一时刻和第二时刻确定包括该头业务节点和尾业务节点的关键数据流链路的端对端时延。此外,本申请实施例提供的时延确定方法,可以根据用户配置信息确定统计指标,进而根据统计指标计算出用户想要的端到端时延,使得无需用户提供关键数据流链路的相关信息,并且无需了解复杂的统计计算规则,对于用户而言,该方法简单易用。此外,本申请实施例提供时延确定方法,无需修改自动驾驶业务的源代码,有助于在保证自动驾驶业务的功能安全的前提下,确定关键数据流链路的端到端时延。

[0110] 图2示出了实施本申请实施例提供的时延确定方法所需的系统架构的一个示意图。该系统架构200可以包括自动驾驶业务210、自动驾驶软件系统220和自动驾驶硬件平台230。

[0111] 自动驾驶业务210可以包括一个或多个业务,该一个或多个业务由一个或多个业务节点实现。示例性地,业务节点可以为激光雷达,或者摄像头等传感器;或者业务节点也可以为CDC或VDC等控制器。

[0112] 自动驾驶软件系统220中包括关键链路分析模块221、通信中间件222、在线时延分析模块223和自动驾驶操作系统224。

[0113] 自动驾驶硬件平台230可以为自动驾驶软件系统220提供基础硬件平台,包括处理器231、内存232、网卡233、存储器234和传感器235。其中,处理器231为自动驾驶软件系统220提供计算算力资源;内存232为自动驾驶软件系统220提供内存资源;网卡233为自动驾驶软件系统220提供网络通信资源;存储器234为自动驾驶软件系统220提供通用存储资源;传感器235为自动驾驶软件系统220提供感知数据资源。

[0114] 自动驾驶操作系统224运行在自动驾驶硬件平台230之上,可以根据自动驾驶过程中的实际需要、或者自动驾驶业务210运行时的实际需要进行资源调度。自动驾驶业务210通过自动驾驶操作系统224获取运行时所需的算力、内存、通信、存储、感知资源;关键链路分析模块221用于分析业务节点之间的依赖关系和数据流链路,生成链路路由配置信息并存储在存储器234中,通信中间件222从存储器234中读取链路路由配置信息,在自动驾驶业务210运行过程中记录业务节点的时延信息,将其记录在第一消息中,并通过通信中间件222发给其他业务节点;在线时延分析模块223从通信中间件222中获取到业务节点的时延信息,读取存储器234中链路路由配置信息,进一步地,在线时延分析模块223根据时延信息

和链路路由配置信息计算出端到端时延。示例性地,上述时延信息可以包括业务节点接收消息和/或发送消息的时刻,该时延信息可以用于确定关键数据流链路的头业务节点发送数据时的时刻。

[0115] 更具体地,如图3所示,关键链路分析模块221可以包括动态运行分析模块2211和静态代码分析模块2212,其中,动态运行分析模块2211用于根据自动驾驶业务运行过程的日志信息确定数据流链路,静态代码分析模块2212用于根据自动驾驶业务的源代码确定数据流链路,动态运行分析模块2211和/或静态代码分析模块2212可以根据数据流链路的信息生成链路路由配置信息,通过存储器234传递给通信中间件222。其中,自动驾驶业务运行过程的日志信息可以包含业务节点与其他业务节点之间的接收和发送消息的关系,因此可以通过该日志信息可以确定数据流链路。

[0116] 通信中间件222可以包括链路路由模块2221、通信时延模块2222和通信维测模块2223,其中,链路路由模块2221从存储器234中读取链路路由配置信息后,根据链路路由配置信息对关键数据流链路上的业务节点进行配置,以使得关键数据流链路上的业务节点收发消息中的时延信息可以传递至下一业务节点。在业务节点运行过程中,通信时延模块2222可以将业务节点的时延信息记录在内存232中,此外,在业务节点属于关键数据流链路时,通信时延模块2222可以将关键数据流链路头业务节点的时延信息写入业务节点即将发送的消息中,将该时延信息传递给下一业务节点。通信维测模块2223可以将内存中的所有时延信息存储到存储器234中,并可以将业务节点之间的依赖关系存储到存储器234中。

[0117] 在线时延分析模块223可以包括时延统计指标映射模块2231和链路时延计算模块2232,其中,时延统计指标映射模块2231用于根据用户配置信息确定统计指标,并将该统计指标转换为端到端时延统计和计算方法;链路时延计算模块2232通过通信中间件222接收到数据流链路尾业务节点的时延信息后,依照时延统计指标映射模块2231确定的时延统计和计算方法,计算数据流链路的端到端时延。示例性地,统计指标可以包括如下至少一项:关注数据流链路的平均时延,关注数据流链路的最慢响应时延,关注数据流链路的最快响应时延。

[0118] 在一些可能的实现方式中,系统架构200的通信中间件222可以在AUTOSAR CM和ROS2两套通信协议栈上实现业务节点的时延信息采集、记录和传递功能。如图4所示,对于AUTOSAR CM协议栈,本申请实施例主要涉及ARA::COM层,其内部可以包含Service Discovery、Method Handler、Events Handler、Payload Serialization等组件;对于ROS2协议栈,本申请实施例涉及ROS Client Library (RCL)层、ROS Middleware (RMW)层和DDS层,其中,RMW层包含了Topic、Service、Action、Type Support、Init、Serialization等组件。本申请实施例中,可以在通信中间件222的RMW层和ARA::COM层共同新增链路路由模块2221、通信时延模块2222和通信维测模块2223,通过上述三个模块在CM、ROS2两套通信协议栈上,实现统一的端到端时延数据采集、记录和传递功能。

[0119] 或者,如图4中的(b)所示,本申请实施例提供的通信中间件222可以包括中间件222'和通信中间件222"。其中,中间件222'可以封装在通信中间件222"的上层,中间件222'包括链路路由模块2221、通信时延模块2222和通信维测模块2223,通过中间件222'调用通信中间件222"中的AUTOSAR CM/ROS2接口并获取时延信息,可以避免在通信中间件222"中打桩,以使得中间件222'可以兼容通信中间件222"中的其他通信协议栈,例如,基于

IP的可扩展面向服务中间件(scalable service-oriented middleware over Internet protocol, SOME/IP)、FlexRay、消息队列遥测传输(message queue telemetry transport, MQTT)、以及控制器局域网(controller area network, CAN)等。

[0120] 需要说明的是,通过图4所示的系统架构,使得用户无需修改自动驾驶业务的源代码,即可在线计算AUTOSAR CM/ROS2两种通信协议栈的自动驾驶业务的端到端时延。

[0121] 需要说明的是,图4以ROS2为例进行说明,本领域技术人员基于本申请实施例的发明构思,可以对通信中间件222进行设计,使得图4所示的通信中间件222也可以在AUTOSAR CM和ROS1两套通信协议栈上实现业务节点的时延信息采集、记录和传递功能,使得在线时延分析模块223可以在线计算AUTOSAR CM/ROS1两种通信协议栈的自动驾驶业务的端到端时延。

[0122] 示例性地,图1所示的智能驾驶设备100可以包括图2至图4中所示的系统架构200。具体地,图1所示的感知系统120可以包括传感器235,图1所示的计算平台150可以包括自动驾驶业务210、自动驾驶软件系统220以及自动驾驶硬件平台中230中除传感器235以外的其他组件。

[0123] 图5示出了本申请实施例提供的时延确定方法500的示意性流程图,该方法500可以由图1所示的计算平台150执行;或者,也可以由图2所示的在线时延分析模块223执行;或者,还可以由图3或图4所示的链路时延计算模块2232执行。该方法500可以包括S501至S503。

[0124] S501,在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息,并记录获取该第一消息的第一时刻。

[0125] 示例性地,该第一数据流链路可以包括上述实施例中的关键数据流链路。该尾业务节点可以包括控制执行机构的控制器,上述第一控制指令可以为尾业务节点向上述执行机构发送的控制指令。

[0126] S502,从该第一消息中获取时延信息,该时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令。

[0127] 示例性地,该头业务节点可以包括上述实施例中一个或多个传感器,该第一数据可以为传感器数据。

[0128] S503,根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0129] 本申请实施例提供的时延确定方法,可以基于从尾业务节点获取的第一消息的时刻,以及第一消息包含的信息确定数据流链路的端到端时延,该第一消息中包含的信息是从头业务节点传递过来的,因此无需在自动驾驶业务的源代码打桩或插入探针,也无需记录并集中所有业务节点的时延信息,在保证自动驾驶系统的功能安全的前提下,能够以较低开销确定数据流链路的端到端时延。

[0130] 在一些可能的实现方式中,该第一数据流链路为根据头业务节点和尾业务节点的信息确定的。示例性地,该头业务节点和尾业务节点可以为上述实施例中的关键链路分析模块221根据用户配置信息确定,该用户配置信息为用户输入的配置信息;或者,该头业务节点和尾业务节点也可以为上述实施例中的关键链路分析模块221通过关键词匹配确定。

[0131] 以下结合图6和图7,举例说明关键链路分析模块221确定第一数据流链路的方法。

图6示出了一种时延确定方法600,该方法600可以在方法500之前执行,该方法600可以包括S601至S606。

[0132] S601,获取用户配置信息。

[0133] 示例性地,该用户配置信息可以包括上述实施例中所述的用户输入的配置信息。

[0134] 一示例中,用户配置信息可以包括关键数据流链路的头业务节点和尾业务节点的信息。

[0135] 又一示例中,用户配置信息可以包括关键数据流链路的信息;

[0136] 再一示例中,用户配置信息可以包括如图7所示的业务节点之间的依赖关系图,以及关键数据流链路的信息。

[0137] S602,判断用户配置信息中是否有关键数据流链路的信息。

[0138] 具体地,用户配置信息中没有关键数据流链路的信息时,执行S603;否则,执行S606。

[0139] 示例性地,方法500中的第一数据流链路可以包括该关键数据流链路。

[0140] 示例性地,关键数据流链路的信息可以包括业务节点的之间依赖关系;或者也可以为其他能够直接或间接确定关键数据流链路的信息。

[0141] 示例性地,节点1至节点19构成如图7所示的依赖关系图,其中,节点1、节点3、节点4、节点7、节点8、节点9、节点10构成的数据流链路为关键数据流链路,则关键数据流链路的信息可以包括节点1、节点3、节点4、节点7、节点8、节点9、节点10中了两两节点之间的依赖关系。

[0142] 在一些可能的实现方式中,关键数据流链路的信息可以包括JSON (JavaScript object notation)、YAML (YAML ain't markup language)、可扩展标记语言 (eXtensible markup language, XML) 等格式的描述文件。以JSON为例,关键数据流链路中的一个业务节点(例如图7中的节点1, Lidar\_Node)的信息可以为如下形式:

```

    {
        "is_key_chain": "True",
        "nodename": "Lidar_Node",
        "pub ": [
[0143]         "/lidar_node"
        ],
        "sub ": [],
    }

```

[0144] 其中,“is\_key\_chain”用于描述业务节点是否属于关键数据流链路,“True”表示业务节点属于关键数据流链路,“False”则表示业务节点不属于关键数据流链路;“nodename”用于表示业务节点的名称;“pub”用于表示业务节点的发送消息的发送端口,示例性地,该发送端口可以包括ROS2协议栈的Topic发送、Service请求,以及AUTOSAR CM协议栈的Event发送、Service和Action请求;“sub”用于表示业务节点的接收消息的接收端口,示例性地,该接收端口可以包括ROS2协议栈的Topic接收、Service服务提供,以及CM协议栈的Event接收、Service和Action服务提供。

[0145] 通常的,如果pub列表为空且sub列表非空,表明该业务节点是一个尾业务节点,没

有发送端口；如果pub列表非空且sub列表为空，表明该业务节点是一个头业务节点；如果pub列表和sub列表皆为非空，则表明该业务节点是数据流链路的中间业务节点；如果pub列表和sub列表皆为空，则该业务节点是一个孤立的节点，与其他业务节点没有信息交互。

[0146] S603,判断用户配置信息中是否有关键数据流链路的头业务节点和尾业务节点的信息。

[0147] 具体地,用户配置信息中没有关键数据流链路的头业务节点和尾业务节点的信息时,继续执行S604;否则,执行S605。

[0148] 示例性地,关键数据流链路的头业务节点和尾业务节点的信息可以包括:用于确定关键数据流链路的头业务节点和尾业务节点的信息,例如头业务节点和尾业务节点的名称,或者头业务节点和尾业务节点的唯一标识(identity document, ID)。

[0149] S604,根据预设关键词确定头业务节点和尾业务节点。

[0150] 示例性地,预设关键词可以包括用于确定头业务节点以及尾业务节点的关键词,其中,用于确定头业务节点的关键词可以包括:“lidar”、“camera”、“radar”、“uss”、“gps”、“imu”、“source”、“sensor”、“init”等;用于确定尾业务节点的关键词可以包括:“control”、“controlling”、“controller”、“ctrl”等。

[0151] 在一些可能的实现方式中,根据预设关键词初步筛选出预设头业务节点和预设尾业务节点后,输出该预设头业务节点和预设尾业务节点的信息供用户确认,在用户确认后,认为该预设头业务节点和预设尾业务节点为头业务节点和尾业务节点;若没有用户反馈信息,即用户未进行确认,则确定与预设关键词匹配度最高的预设头业务节点和预设尾业务节点为头业务节点和尾业务节点。

[0152] S605,根据头业务节点和尾业务节点确定关键数据流链路。

[0153] 一示例中,在业务节点处于运行过程中,关键链路分析模块221可以获取每个业务节点的信息,该信息包括但不限于业务节点的名称、消息通道、消息格式、消息收发频率、消息数据量带宽等。进一步地,关键链路分析模块221根据上述信息将计算关键数据流链路问题转换为经典图论问题,其中,每个业务节点即图中的点,消息通道为连线,消息收发频率、数据量带宽等信息为权重,头业务节点和尾业务节点即图的起点和终点。进而使用经典图论算法确定包括头业务节点和尾业务节点的关键数据流链路。示例性地,经典图论算法可以包括最小/大生成树、拓扑排序、最小/大网络流,以及最短路径等算法。

[0154] 又一示例中,在业务节点处于运行过程中,关键链路分析模块221可以获取每个业务节点的信息,该信息包括但不限于业务节点的名称(或ID)、消息通道、消息格式、消息收发频率、消息数据量带宽等。进一步地,关键链路分析模块221根据通过数据挖掘算法确定包括头业务节点和尾业务节点的关键数据流链路。示例性地,数据挖掘算法可以包括关联关系分析法、贝叶斯网络、马尔科夫链等算法。

[0155] 再一示例中,在业务节点未处于运行过程中,关键链路分析模块221(如静态代码分析模块2212)可以通过对自动驾驶业务的源代码进行数据染色分析,确定关键数据流链路。具体过程如下:

[0156] a) 首先,通过分析静态代码中调用业务节点初始化API、业务配置API、消息通信API等,确定该业务节点的消息通道的信息,该消息通道的信息可以包括业务节点的名称(或ID)、消息通道名称和动作(发送或接收)。可选地,也可以通过业务节点的启动配置文

件,确定业务节点的消息通道的信息。

[0157] b) 然后,为每个业务节点的源代码构建抽象语法树,根据业务节点的消息通道分析每个业务节点的依赖关系,包括但不限于控制流分析、数据流分析等方法。对于一个业务节点可能存在一个发送端口依赖于一个接收端口的情况;或者,一个发送端口也可能依赖多个接收端口;或者,还可能不存在发送端口不依赖于任何接收端口的情况,该情况一般出现在头业务节点上。

[0158] c) 根据a)中确定的业务节点的消息通道的信息,以及b)中确定的每个业务节点之间的依赖关系,结合头业务节点和尾业务节点的信息,通过经典图论算法确定包括头业务节点和尾业务节点的关键数据流链路。

[0159] S606,根据关键数据流链路生成链路路由配置信息。

[0160] 本申请实施例提供的时延确定方法,可以根据用户提供的头/尾业务节点的信息确定关键数据流链路,在用户无法提供的头/尾业务节点的信息时,也可以通过关键词匹配确定关键数据流链路,进而生成链路路由配置信息。以使得在用户只熟悉代码开发,无法提供关键数据流链路的信息时,基于上述方法也可以确定关键数据流链路的端到端时延,有助于降低用户确定端到端时延过程中的学习成本。

[0161] 在一些可能的实现方式中,在业务节点运行过程中,图2至图4中任一项所示的通信中间件222可以根据上述链路路由配置信息,控制业务节点之间传递时延信息。

[0162] 示例性地,图8示出了通信中间件222控制时延信息传递的方法800,该方法800可以在方法600之后、在方法500之前执行,该方法800也可以与方法500并行执行,该方法800可以包括S801至S807。

[0163] S801,在业务节点启动时,根据链路路由配置信息对业务节点进行配置。

[0164] 示例性地,根据链路路由配置信息对业务节点进行配置,以使得关键数据流链路上的业务节点收发消息中的时延信息可以传递至下一业务节点。

[0165] S802,业务节点触发第一事件。

[0166] 示例性地,第一事件可以包括消息接收事件、消息发送事件、回调事件。

[0167] 在一些可能的实现方式中,业务节点触发第一事件后,业务节点通过通信中间件执行第一事件对应的操作。例如,第一事件为消息接收事件,业务节点通过通信中间件接收消息;第一事件为消息发送事件,业务节点通过通信中间件发送消息。

[0168] S803,判断第一事件是否为消息接收事件。

[0169] 具体地,若第一事件不是消息接收事件,则继续执行S804;否则,执行S805。

[0170] S804,判断第一事件是否为消息发送事件。

[0171] 具体地,若第一事件是消息发送事件,则继续执行S806;否则,执行S807。

[0172] S805,获取业务节点接收的第三消息中的第一时延字段,保存该第一时延字段。

[0173] 在一些可能的实现方式中,通过钩子函数获取第一时延字段,并保存该第一时延字段至内存中。

[0174] 示例性地,时延信息可以包括该第一时延字段。

[0175] 示例性地,业务节点的通信中间件在消息接收事件处理中进入通信时延模块的钩子函数中,解析第三消息中的第一时延字段。该第一时延字段可以包括但不限于:发送第三消息的业务节点的名称(或ID)、第三消息的序号、第三消息发出的时间戳、以及发送该第三

消息使用的发送端口的名称。

[0176] S806,在业务节点属于关键数据流链路时,将第二时延字段写入业务节点即将发送的第四消息中。

[0177] 示例性地,该第二时延字段中的具体内容,可以为从内存中获取的最新时延信息。

[0178] 示例性地,可以在第四消息的DDS负载中添加第二时延字段;或者,也可以通过添加新的DDS服务质量文件(qualityofserviceprofile,QoS Profile)。下面以第四消息为ROS2消息为例,说明在DDS负载中添加时延字段的方式。图9中的(a)示出了一种ROS2消息格式,本申请实施例在DDS负载的“Added Frag.”字段中添加了时延字段,包括Nid、Sn、Ts,分别代表头业务节点ID(或者也可以为头业务节点的名称)、头业务节点数据包的序列号、头业务节点的时间戳。可以理解的是,该头业务节点数据包包括传感器数据,第四消息为根据该传感器数据生成或者包括该传感器数据。示例性地,头业务节点每发出一个数据包,则Sn都增加1。例如,头业务节点发送的第一个数据包的Sn为1502870000,则头业务节点发送的第二个数据包的Sn为1502870001,以此类推。

[0179] 示例性地,在业务节点不属于关键数据流链路时,将时延字段中的Nid、Sn和Ts置为0并传递下去。

[0180] 在一些可能的实现方式中,关键数据流链路只有一个源头,即只包括一个头业务节点,以图7为例,若节点1、节点3、节点5、节点6、节点11所在链路为关键数据流链路,则该链路只有一个源头,即节点1。

[0181] 在一些可能的实现方式中,关键数据流链路有多个源头,即包括多个头业务节点。以关键数据流链路包括两个头业务节点为例,例如,图7中所示的节点1、节点2、节点3、节点4、节点7、节点8、节点9、节点10所在链路为关键数据流链路,则该链路有两个源头,即节点1和节点2。两个源头所形成的两条支路,即节点2—节点7,以及节点1—节点3—节点4—节点7,在节点7处交汇,合并为一条链路。可以理解的是,该节点7具有至少两个接收端口和一个发送端口。

[0182] 示例性地,根据业务节点在关键数据流链路中的位置,将第二时延字段写入业务节点即将发送的第四消息中。

[0183] 一示例中,业务节点为头业务节点,则第二时延字段可以包括该头业务节点的ID、发送该第四消息时的Sn以及发送第四消息时的时间戳。

[0184] 又一示例中,业务节点为关键数据流链路上除多链路合并节点(如节点7)以外的任一节点时,即对于该关键数据流链路而言,该业务节点只有一个接收端口,用于接收上一关键数据流链路业务节点的消息,则根据接收的消息中时延字段的Nid、Sn和Ts确定第二时延字段的具体内容,即在内存中选择记录的接收端口接收的消息中的时延字段复制,并填写至第四消息的第二时延字段中;如果内存中有多个时延信息时,可以选取内存中最新的时延信息,即Sn最大和/或Ts最新;此外,如果时延信息中Nid、Sn和Ts均为0,则忽略该信息。

[0185] 再一示例中,业务节点为多链路合并节点(如节点7)时,由于业务节点具有多个接收端口,因此根据接收的消息获取的时延数据中,Nid字段可能不同,则将内存中该业务节点接收到的多个最新时延信息合并、去重后形成一个新的时延数据包,通过通信中间件将这个新的时延数据包发送到特定时延消息通道;进一步地,从多个接收端口接收到的消息中的时延信息中随机选取一个Nid,将该Nid对应的最新的时延信息填写到待发送的第四消

息中的第二时延字段中,并传递给下一业务节点。以多链路合并节点为节点7为例,则新的时延数据包中可以包括节点1和节点2的时延信息,即 $[Nid_1, Sn_1, Ts_1]$ 和 $[Nid_2, Sn_2, Ts_2]$ ;若随机选取的Nid为节点1的Nid,则写入第二时延字段中的时延信息为 $[Nid_1, Sn_1, Ts_1]$ 。进一步地,该关键数据流链路的尾业务节点(节点10)接收到消息中携带的时延信息为 $[Nid_1, Sn_1, Ts_1]$ 。

[0186] 可选地,该特定时延消息通道可以为所有业务节点共享的内存或者存储器。

[0187] 可选地,将所有消息的时延字段为可变长时延字段,例如,时延字段格式如图9中的(b)所示,其中Cnt代表多链路合并节点接收端口的个数(或者,时延信息中Nid的个数),后续接该数量的时延信息(例如 $[Nid, Sn, Ts]$ 三元组)。通信中间件会将内存中的多个接收端口接收到的消息中的时延字段去重后全部写入待发送的第四消息的第二时延字段中,并传递给下一业务节点。以多链路合并节点为节点7为例,则第二时延字段中Cnt字段为2,该字段后接节点1和节点2的时延信息,即 $[Nid_1, Sn_1, Ts_1]$ 和 $[Nid_2, Sn_2, Ts_2]$ 。

[0188] 再一示例中,业务节点为尾业务节点(如节点10)时,在尾业务节点的接收端口接收到上一业务节点发送的消息时,将消息中时延信息填加至一个额外时延消息的时延字段中,然后将该消息发送到特定时延消息通道。可选地,该特定时延消息通道可以为所有业务节点共享的内存或者存储器,或者也可以为其他用于存储时延消息的通道。

[0189] 示例性地,方法500中的“第一消息”可以包括上述额外时延消息。

[0190] 在一些可能的实现方式中,将第二时延字段写入业务节点即将发送的第四消息中的具体策略可以为预先设定的。

[0191] S807,记录维测信息,该维测信息用于指示业务节点触发的第一事件,以及第一事件的触发时刻。

[0192] 示例性地,该维测信息可以包括但不限于业务节点的名称(或业务节点ID)、事件相关信息、事件发生时刻等,其中,事件相关信息可以包括事件类型(例如消息发送/接收、回调、定时器触发等)。

[0193] 示例性地,该维测信息可以用于关键链路分析模块221确定数据流链路。

[0194] 本申请实施例提供的时延确定方法,通过通信中间件可以实现在关键数据流链路中传递头业务节点的时延信息,以使得尾业务节点可以获取到头业务节点的时延信息,并将其发送到特定时延通道,以便于在线时延分析模块计算出关键数据流链路的端到端时延。

[0195] 图10示出了本申请实施例提供的时延确定方法1000的示意性流程图,该方法可以由在线时延分析模块223执行,该方法1000可以在方法800之后执行,该方法1000可以与方法500并行执行,该方法1000可以视为对方法500中S503的扩展,该方法1000可以包括S1010至S1040。

[0196] S1010,根据用户配置信息确定计算端到端时延的第一统计指标。

[0197] 在一些可能的实现方式中,本步骤中的用户配置信息与S601中的用户配置信息为用户同一时刻输入的配置信息,或者也可以用户分别输入的配置信息。

[0198] 在一些可能的实现方式中,根据用户配置信息确定第一统计指标,根据该第一统计指标计算第一数据流链路的第一端到端时延,其中,该第一统计指标与如下至少一种相关联:该第一数据流链路的平均时延,该第一数据流链路的最慢响应时延,该第一数据流链

路的最快响应时延。

[0199] 示例性地,以第一数据流链路为关键数据流链路为例,则根据第一统计指标计算关键数据流链路的端到端时延。以下结合图11说明不同统计指标对端到端时延结果的影响。

[0200] 示例性地,某个业务节点的消息通道单收单发,即具有一个接收端口和一个发送端口,接收消息的频率为7Hz,发送消息的频率是10Hz,如图11中的(a)所示。则业务节点在Sub 1时刻接收到消息后,可以在Pub 2时刻发送消息;业务节点在Sub 2时刻接收到消息后,可以在Pub 3时刻发送消息;业务节点在Sub 3时刻接收到消息后,可以在Pub 4和/或Pub 5时刻发送消息;业务节点在Sub 4时刻接收到消息后,可以在Pub 6时刻发送消息;业务节点在Sub 5时刻接收到消息后,可以在Pub 7和/或Pub 8时刻发送消息。

[0201] 一示例中,在第一统计指标与关键数据流链路的平均时延相关联时,将同一个Sn的所有尾业务节点时延数据都统计在内,然后再结合头业务节点时延数据计算所有端到端时延数据之后,取所有端到端时延的平均值。针对每个业务节点而言,将业务节点从接收到消息到发送消息的所有可能时长均考虑进来。例如,如图11中的(b)所示,当前业务节点在Sub 3时刻接收到消息,其在Pub 4和Pub 5时刻均发送消息,对于下一业务节点,也可能在Sub 3时刻接收到消息,并在Pub 4和Pub 5时刻均发送消息,以此类推,进行排列组合后,一个消息从该关键数据流链路的头业务节点传输到尾业务节点的时长数据可能有多个,则计算该多个时长数据的平均值,为关键数据流链路的平均时延。

[0202] 又一示例中,在第一统计指标与关键数据流链路的最慢响应时延相关联时,取同一个Sn的所有尾业务节点时延数据中最大数据,结合头业务节点时延数据计算端到端时延。针对每个业务节点而言,将业务节点从接收到消息到发送消息的所需最长时长均考虑进来。例如,如图11中的(c)所示,当前业务节点在Sub 3时刻接收到消息,将其在Pub 5时刻发送消息的时长考虑进来,对于下一业务节点,也可能在Sub 2时刻接收到消息,并在Pub 3时刻发送消息,或者,也可能在Sub 3时刻接收到消息,则将其在Pub 5时刻发送消息的时长考虑进来,以此类推,一个消息从该关键数据流链路的头业务节点传输到尾业务节点所需的最长时长,为关键数据流链路的最慢响应时延。

[0203] 又一示例中,在第一统计指标与关键数据流链路的最快响应时延相关联时,取同一个Sn的所有尾业务节点时延数据中最大数据,结合头业务节点时延数据计算端到端时延。针对每个业务节点而言,将业务节点从接收到消息到发送消息的所需最长时长均考虑进来。例如,如图11中的(d)所示,当前业务节点在Sub 3时刻接收到消息,将其在Pub 4时刻发送消息的时长考虑进来,对于下一业务节点,也可能在Sub 2时刻接收到消息,并在Pub 3时刻发送消息,或者,也可能在Sub 3时刻接收到消息,则将其在Pub 4时刻发送消息的时长考虑进来,以此类推,一个消息从该关键数据流链路的头业务节点传输到尾业务节点所需的最短时长,为关键数据流链路的最快响应时延。

[0204] 需要说明的是,上述尾业务节点时延数据包括获取到尾业务节点发送的第一消息(如额外时延消息)的时刻,该消息可以包括头业务节点的Ts。头业务节点时延数据包括头业务节点的Ts。

[0205] S1020,判断尾业务节点是否处于单源头关键数据流链路。

[0206] 具体地,若尾业务节点处于单源头关键数据流链路,则执行S1030;否则,执行

S1040。

[0207] 可以理解的是,单源头关键数据流链路为包括一个头业务节点的数据流链路,多源头关键数据流链路为包括两个及以上头业务节点的数据流链路。

[0208] S1030,根据第一统计指标计算头业务节点与尾业务节点之间的时延。

[0209] 示例性地,获取到尾业务节点发送的第一消息的第一时刻,如时刻 $T_e$ ,减去根据第一消息确定的第二时刻,如时刻 $T_{ss}$ ,即为头业务节点与尾业务节点之间的时延: $d=T_e-T_{ss}$ 。

[0210] 进一步地,根据第一统计指标,以及头业务节点与尾业务节点之间的一个或多个时延数据,确定关键数据流链路的端到端时延。

[0211] S1040,在第一模式下计算多个头业务节点中每个头业务节点与尾业务节点之间的时延。

[0212] 示例性地,若第一消息中包括可变长时延字段,即包括Cnt字段以及该字段对应个数的 $[Nid, S_n, T_s]$ 三元组,则使用获取到尾业务节点发送的第一消息的第一时刻,如时刻 $T_e$ ,分别减去根据第一消息确定的多个时刻,如时刻 $T_{Si}$ ,其中, $i=0, 1, \dots, N-1$ , $N$ 为 $[Nid, S_n, T_s]$ 三元组的个数(即头业务节点的个数);则每个头业务节点与尾业务节点之间的时延: $d=T_e-T_{Si}$ 。

[0213] 例如,若多个头业务节点包括第一节点和第二节点,该第一消息包括第一时延信息,该第一时延信息用于确定该第一节点发送第一数据的第二时刻,以及该第二节点发送第二数据的第三时刻,该第一数据和该第二数据用于生成该第一控制指令。

[0214] 例如,若第一消息中使用可变长时延字段,即包括Cnt字段,则第一消息中将包括第一节点对应的 $[Nid_1, S_{n1}, T_{s1}]$ 三元组和第二节点对应的 $[Nid_2, S_{n2}, T_{s2}]$ 三元组,则在线时延分析模块223根据该 $[Nid_1, S_{n1}, T_{s1}]$ 三元组可以确定该第一节点发送序列号为 $S_{n1}$ 的消息(包含第一数据)的第二时刻 $T_{s1}$ ,根据该 $[Nid_2, S_{n2}, T_{s2}]$ 三元组可以确定该第二节点发送序列号为 $S_{n2}$ 的消息(包含第二数据)的第三时刻 $T_{s2}$ 。可以理解的是,第一消息中包括的该 $[Nid_1, S_{n1}, T_{s1}]$ 三元组和 $[Nid_2, S_{n2}, T_{s2}]$ 三元组可以为第一时延信息的一种形式。

[0215] 进一步地,在线时延分析模块223根据该第一时刻和该第二时刻,确定第一子链路的第一时延,该第一子链路包括该第一节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第三时刻,确定第二子链路的第二时延,该第二子链路包括该第二节点和该尾业务节点;根据该第一时延和该第二时延确定关键数据流链路的端到端时延。示例性地,关键数据流链路的端到端时延可以包括该第一时延和该第二时延。

[0216] 示例性地,若多个头业务节点包括第三节点和第四节点,该第一消息包括第一时延信息,该第一时延信息用于确定所述第三节点发送第一数据的第二时刻,该方法还可以包括:根据该第一时延信息获取第二时延信息,该第二时延信息用于确定该第四节点发送第三数据的第四时刻,该第一数据和该第三数据用于生成该第一控制指令。

[0217] 例如,若第一消息中未使用可变长时延字段,即不包括Cnt字段,且包括第三节点对应的 $[Nid_3, S_{n3}, T_{s3}]$ 三元组,在线时延分析模块223根据该 $[Nid_3, S_{n3}, T_{s3}]$ 三元组可以确定该第三节点发送序列号为 $S_{n3}$ 的消息(包含第一数据)的第二时刻 $T_{s3}$ 。可以理解的是,该 $[Nid_3, S_{n3}, T_{s3}]$ 三元组可以为第一时延信息的一种形式。根据方法800中S806的描述,在关键数据流链路有多个源头,且时延字段未使用可变长时延字段时,在多链路合并节点接收到消息后,通信中间件将生成新的时延数据包并发送到特定时延通道中,新的时延数据包包

括该多个源头(或称头业务节点)的 $[Nid, S_n, T_s]$ 三元组。以关键数据流链路包括第三节点和第四节点为例,通信中间件生成的新的时延数据包将包括第三节点的 $[Nid_3, S_{n3}, T_{s3}]$ 三元组,以及第四节点 $[Nid_4, S_{n4}, T_{s4}]$ 三元组。

[0218] 进一步地,在线时延分析模块223可以根据该 $[Nid_3, S_{n3}, T_{s3}]$ 三元组查找到上述新的时延数据包,示例性地,该新的时延数据包可以为第二时延信息的一种形式。进一步地,在线时延分析模块223根据该第二时延信息确定 $[Nid_4, S_{n4}, T_{s4}]$ 三元组,进而确定第四节点发送第三数据的第四时刻 $T_{s4}$ 。进一步地,在线时延分析模块223根据该第一时刻和该第二时刻,确定第三节点和尾业务节点之间的第三时延;根据该第一时刻和该第四时刻,确定第四节点和尾业务节点之间的第四时延。进一步地,根据第三时延和第四时延确定关键数据流链路的端到端时延。示例性地,关键数据流链路的端到端时延可以包括该第三时延和第四时延。

[0219] 可选地,可以根据第一统计指标,以及多个头业务节点中每个头业务节点与尾业务节点之间的一个或多个时延数据,确定关键数据流链路的端到端时延。

[0220] 本申请实施例提供的时延确定方法,可以根据用户输入的配置信息,可以将统计指标映射为预定义的端到端时延确定方法,进而计算出用户关注的端到端时延,通过简单易用、用户友好的统计指标来描述用户所关心的端到端时延统计方式,有助于提高用户的使用体验。此外,本申请实施例提供的时延确定方法,还能够计算出多源头数据流链路中每条链路的端到端时延。

[0221] 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,各个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。

[0222] 上文中结合图1至图11详细说明了本申请实施例提供的方法。下面将结合图12和图13详细说明本申请实施例提供的装置。应理解,装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应,因此,未详细描述的内容可以参见上文方法实施例,为了简洁,这里不再赘述。

[0223] 图12示出了本申请实施例提供的时延确定装置2000的示意性框图,该装置2000包括第一获取单元2010、记录单元2020、第二获取单元2030和第一确定单元2040。

[0224] 该装置2000可以包括用于执行图5、图6、图8以及图10中的方法的单元。并且,该装置2000中的各单元分别为了实现图5、图6、图8以及图10中的方法实施例的相应流程。

[0225] 其中,当该装置2000用于执行图5中的方法500时,第一处理单元2010和记录单元2020可用于执行方法500中的S501,第二获取单元2030可用于执行方法500中的S502,第一确定单元2040可用于执行方法500中的S503。

[0226] 具体地,第一获取单元2010用于:在第一数据流链路的尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息;该记录单元2020用于:记录获取该第一消息的第一时刻;该第二获取单元2030用于,从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该第一数据流链路的头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;该第一确定单元2040用于,根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0227] 在一些可能的实现方式中,第一获取单元2010和第三获取单元2030为同一获取单

元。

[0228] 可选地,该头业务节点包括第一节点和第二节点,该第一时延信息用于确定该第一节点发送该第一数据的第二时刻,以及该第二节点发送第二数据的第三时刻,该第二数据用于生成该第一控制指令,该第一确定单元2040用于:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第一子链路的第一时延,该第一子链路包括该第一节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第三时刻,确定第二子链路的第二时延,该第二子链路包括该第二节点和该尾业务节点;根据该第一时延和该第二时延确定该第一端到端时延。

[0229] 可选地,该头业务节点包括第三节点和第四节点,该第一时延信息用于确定该第三节点发送第一数据的第二时刻,该第二获取单元2030还用于:根据该第一时延信息获取第二时延信息,该第二时延信息用于确定该第四节点发送第三数据的第四时刻,该第三数据用于生成该第一控制指令;该第一确定单元2040用于:根据该第一时刻和该第二时刻,确定第三子链路的第三时延,该第三子链路包括该第三节点和该尾业务节点;根据该第一时刻和该第四时刻,确定第四子链路的第四时延,该第四子链路包括该第四节点和该尾业务节点;根据该第三时延和该第四时延确定该第一端到端时延。

[0230] 可选地,该第二时延信息为中间业务节点的第一接收端口和/或第二接收端口接收到消息时生成,该中间业务节点为该第三子链路和该第四子链路共用的业务节点,该第一接收端口用于接收通过该第三子链路传输的消息,该第二接收端口用于接收通过该第四子链路传输的消息。

[0231] 可选地,该第一确定单元2040用于:根据第一用户配置信息确定第一统计指标;根据该第一统计指标,确定该第一端到端时延;其中,该第一统计指标与如下至少一种相关联:该第一数据流链路的平均时延,该第一数据流链路的最慢响应时延,该第一数据流链路的最快响应时延。

[0232] 示例性地,该第一用户配置信息可以包括上述方法1000中的用户配置信息。

[0233] 可选地,该第一数据流链路还包括第一业务节点和第二业务节点,该装置2000还包括处理单元,用于:在该第一获取单元2010获取第一数据流链路的尾业务节点发送的第一消息之前,将该头业务节点发送第一数据的第二时刻的信息,写入该第一业务节点向第二业务节点发送的第二消息中。

[0234] 可选地,该装置2000还包括第二确定单元,该第一时延信息为基于该第一数据流链路生成,该第二确定单元用于:根据该头业务节点和该尾业务节点,确定该第一数据流链路。

[0235] 可选地,该装置2000还包括第三确定单元,该第三确定单元用于:在该第二确定单元确定该第一数据流链路之前,根据第二用户配置信息确定该头业务节点和/或该尾业务节点。

[0236] 示例性地,该第二用户配置信息可以包括上述方法600中的用户配置信息。

[0237] 可选地,该装置2000包括第三获取单元和第四确定单元,该第三获取单元用于:在该第二确定单元确定该第一数据流链路之前,获取该第一数据流链路的第三业务节点的消息通道的信息;该第四确定单元用于确定该第三业务节点的依赖关系;该第二确定单元用于:根据该头业务节点、该尾业务节点、该第三业务节点的消息通道的信息,以及该第三业务节点的依赖关系,确定该第一数据流链路。

[0238] 可选地,该装置2000与自动驾驶操作系统相关联。

[0239] 可选地,该自动驾驶操作系统与如下至少一项相关联:汽车开放系统架构通信管理模块AUTOSAR CM、机器人操作系统ROS。

[0240] 示例性地,第一获取单元2010、记录单元2020、第二获取单元2030和第一确定单元2040可以设置在图1所示的计算平台150中,或者也可以设置图2至图4所示的在线时延分析模块223中,更具体地,可以设置在图3或图4中所示的时延统计指标映射模块2231和/或链路时延计算模块2232中。

[0241] 示例性地,上述处理单元设置在图1所示的计算平台150中,或者也可以设置图2至图4所示的通信中间件222中,更具体地,可以设置在图3或图4中所示的通信时延模块2222中。

[0242] 示例性地,上述第二确定单元设置在图1所示的计算平台150中,或者也可以设置图2至图4所示的关键链路分析模块221中,更具体地,可以设置在图3或图4中所示的动态代码分析模块2211或静态代码分析模块2212中。

[0243] 示例性地,上述第三确定单元设置在图1所示的计算平台150中,或者也可以设置图2至图4所示的关键链路分析模块221中,更具体地,可以设置在图3或图4中所示的链路时延计算模块2232中。

[0244] 示例性地,上述第三获取单元、第四确定单元设置在图1所示的计算平台150中,或者也可以设置图2至图4所示的关键链路分析模块221中,更具体地,可以设置在图3或图4中所示的静态代码分析模块2212中。

[0245] 应理解,以上装置中各单元的划分仅是一种逻辑功能的划分,实际实现时可以全部或部分集成到一个物理实体上,也可以物理上分开。此外,装置中的单元可以以处理器调用软件的形式实现;例如装置包括处理器,处理器与存储器连接,存储器中存储有指令,处理器调用存储器中存储的指令,以实现以上任一种方法或实现该装置各单元的功能,其中处理器例如为通用处理器,例如CPU或微处理器,存储器为装置内的存储器或装置外的存储器。或者,装置中的单元可以以硬件电路的形式实现,可以通过对硬件电路的设计实现部分或全部单元的功能,该硬件电路可以理解为一个或多个处理器;例如,在一种实现中,该硬件电路为ASIC,通过对电路内元件逻辑关系的设计,实现以上部分或全部单元的功能;再如,在另一种实现中,该硬件电路为可以通过PLD实现,以FPGA为例,其可以包括大量逻辑门电路,通过配置文件来配置逻辑门电路之间的连接关系,从而实现以上部分或全部单元的功能。以上装置的所有单元可以全部通过处理器调用软件的形式实现,或全部通过硬件电路的形式实现,或部分通过处理器调用软件的形式实现,剩余部分通过硬件电路的形式实现。

[0246] 以上装置中的各单元可以是配置成实施以上方法的一个或多个处理器(或处理电路),例如:CPU、GPU、NPU、TPU、DPU、微处理器、DSP、ASIC、FPGA,或这些处理器形式中至少两种的组合。

[0247] 此外,以上装置中的各单元可以全部或部分可以集成在一起,或者可以独立实现。在一种实现中,这些单元集成在一起,以片上系统(system-on-a-chip, SOC)的形式实现。该SOC中可以包括至少一个处理器,用于实现以上任一种方法或实现该装置各单元的功能,该至少一个处理器的种类可以不同,例如包括CPU和FPGA, CPU和人工智能处理器, CPU和GPU

等。

[0248] 在具体实现过程中,上述第一获取单元2010、记录单元2020、第二获取单元2030以及第一确定单元2040执行的操作可以由一个处理器执行,或者,也可以由不同的处理器执行。此外,第一获取单元2010、记录单元2020、第二获取单元2030、第一确定单元2040,与处理单元、第二确定单元、第三确定单元、第四确定单元、第三获取单元所执行的各项操作可以由同一个处理器执行,或者,也可以由不同的处理器执行。在具体实现过程中,上述一个或多个处理器可以为设置在图1所示的计算平台150中的处理器。在一些可能的实现方式中,上述装置2000可以为设置在智能驾驶设备100中的芯片。

[0249] 图13是本申请实施例提供的时延确定装置的示意性框图。图13所示的时延确定装置2100可以包括:处理器2110、收发器2120以及存储器2130。其中,处理器2110、收发器2120以及存储器2130通过内部连接通路相连,该存储器2130用于存储指令,该处理器2110用于执行该存储器2130存储的指令,以实现上述各实施例中的时延确定方法。可选地,存储器2130既可以和处理器2110通过接口耦合,也可以和处理器2110集成在一起。

[0250] 需要说明的是,上述收发器2120可以包括但不限于输入/输出接口(input/output interface)一类的收发装置,来实现装置2100与其他设备或通信网络之间的通信。

[0251] 存储器2130可以是只读存储器(read only memory,ROM),静态存储设备,动态存储设备或者随机存取存储器(random access memory,RAM)。

[0252] 收发器2120使用例如但不限于收发器一类的收发装置,来实现装置2100与其他设备或通信网络之间的通信,以接收/发送用于实现上述各实施例中的时延确定方法的数据/信息。

[0253] 在具体实现过程中,该装置2100可以设置于图1所示的计算平台150中,或者该装置2100也可以设置于图2至图4所示的在线时延分析模块223中。

[0254] 本申请实施例还提供一种时延确定系统,包括链路分析装置和时延确定装置,其中,该链路分析装置用于根据头业务节点和/或尾业务节点的信息,确定包含该头业务节点和该尾业务节点的第一数据流链路;该时延确定装置用于在该尾业务节点发送包含第一控制指令的消息时,或该尾业务节点接收用于生成该第一控制指令的消息时,获取该尾业务节点发送的第一消息,并记录获取该第一消息的第一时刻;从该第一消息中获取第一时延信息,该第一时延信息用于确定该头业务节点发送第一数据的第二时刻,该第一数据用于生成该第一控制指令;根据该第一时刻和该第二时刻,确定该第一数据流链路的第一端到端时延。

[0255] 示例性地,链路分析装置可以包括图2至图4中的关键链路分析模块221,时延确定装置可以包括图2至图4中的在线时延分析模块223。

[0256] 本申请实施例还提供一种智能驾驶设备,该智能驾驶设备包括上述装置2000,或者上述装置2100,或者包括上述时延确定系统。

[0257] 在一些可能的实现方式中,该智能驾驶设备可以为车辆。

[0258] 本申请实施例还提供一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机程序代码,当计算机程序代码在计算机上运行时,使得计算机实现本申请上述各实施例中的时延确定方法。

[0259] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读介质存储有计算机

指令,当计算机指令在计算机上运行时,使得计算机实现本申请上述各实施例中的时延确定方法。

[0260] 本申请实施例还提供一种芯片,包括电路,用于执行本申请上述各实施例中的时延确定方法。

[0261] 在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。结合本申请实施例所公开的方法可以直接体现为硬件处理器执行完成,或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者上电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器,处理器读取存储器中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复,这里不再详细描述。

[0262] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0263] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,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,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0264] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0265] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0266] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

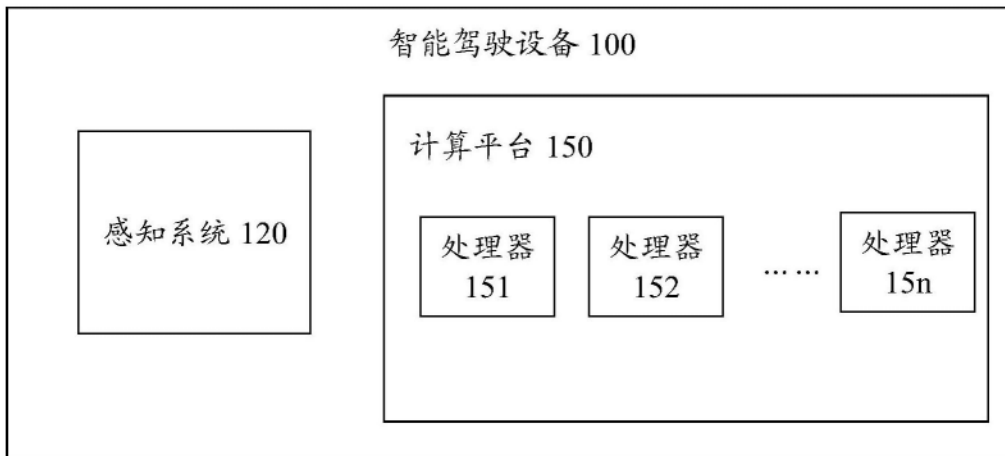


图1

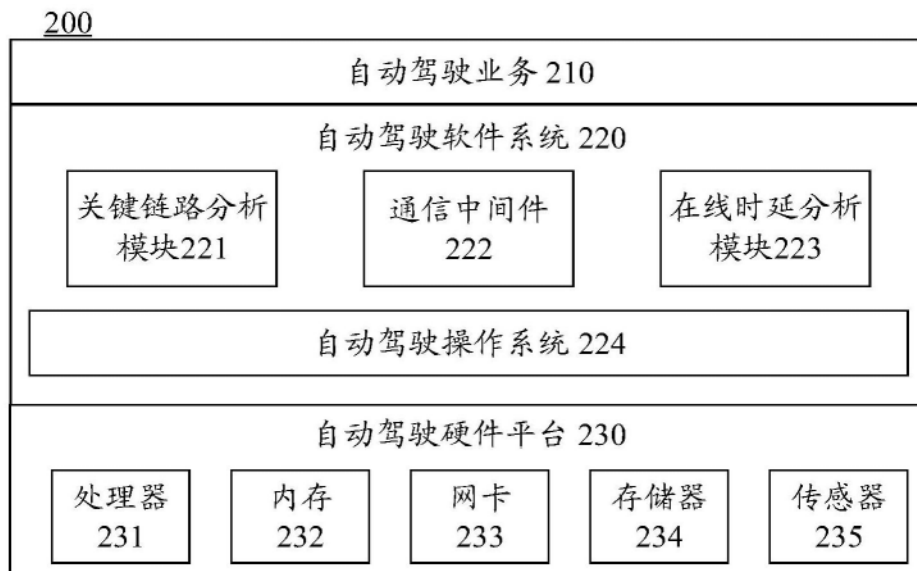


图2

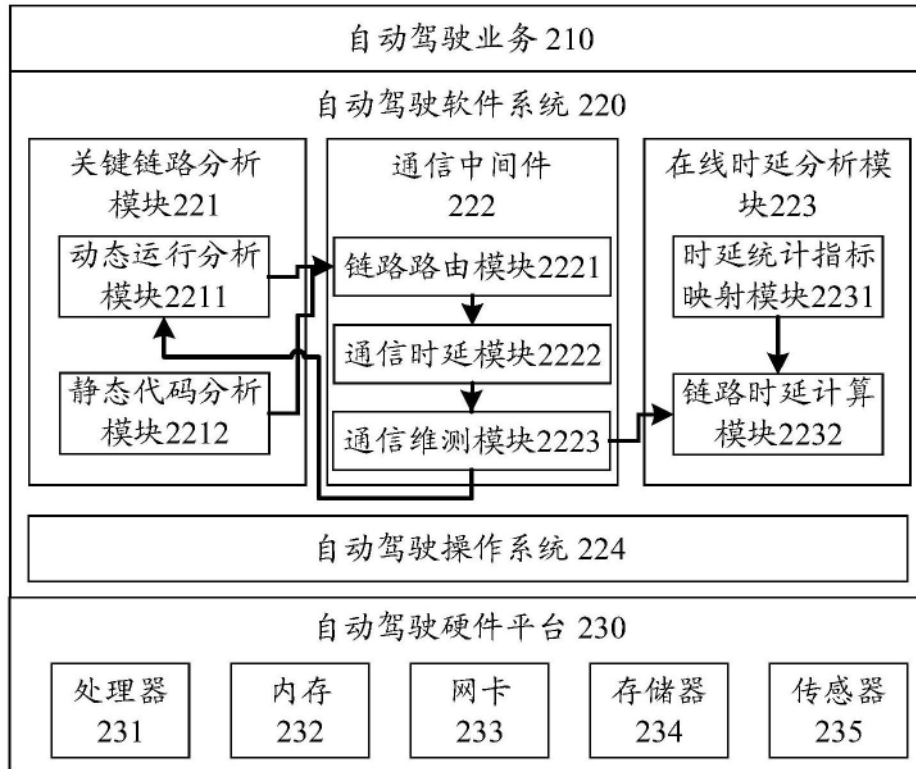
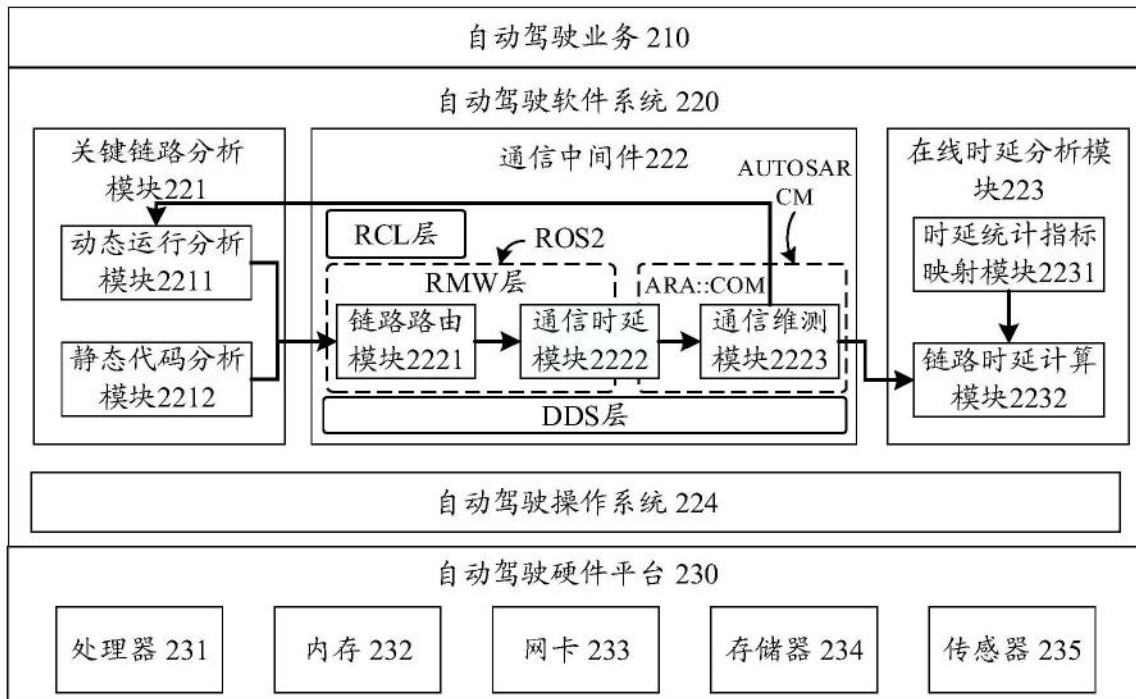
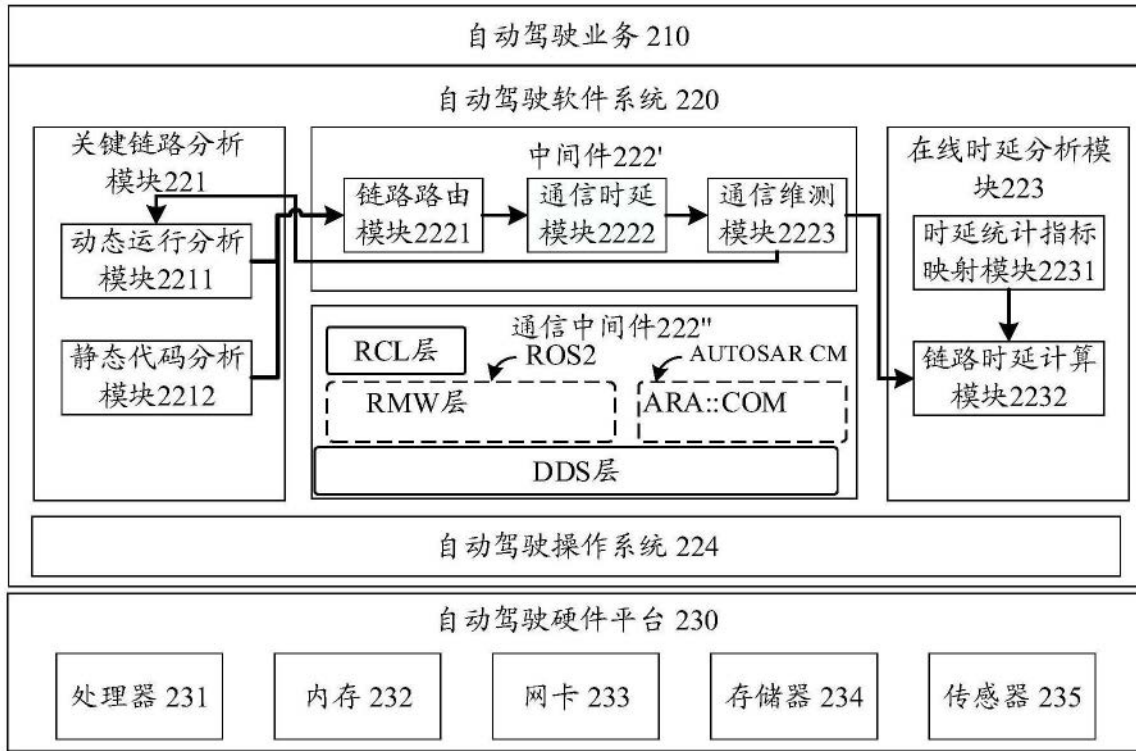


图3



(a)



(b)

图4

**500**

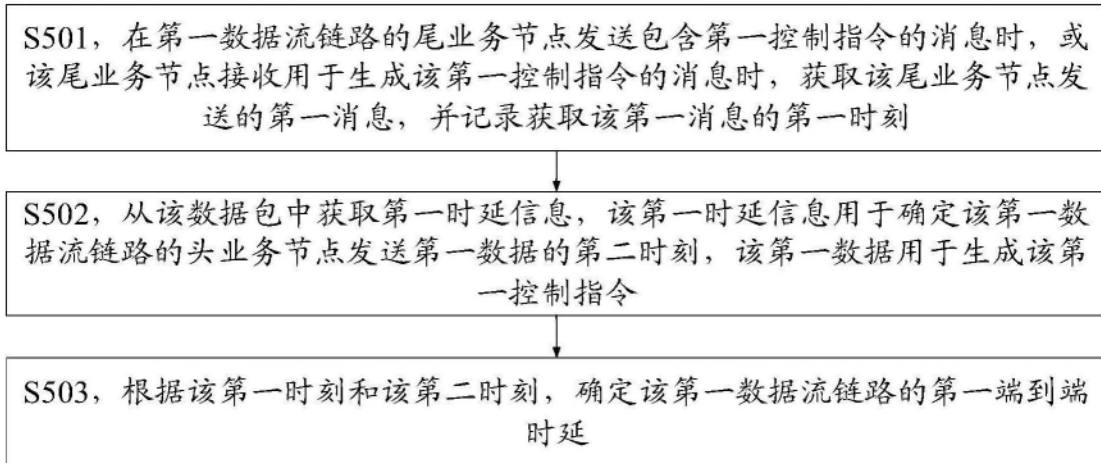


图5

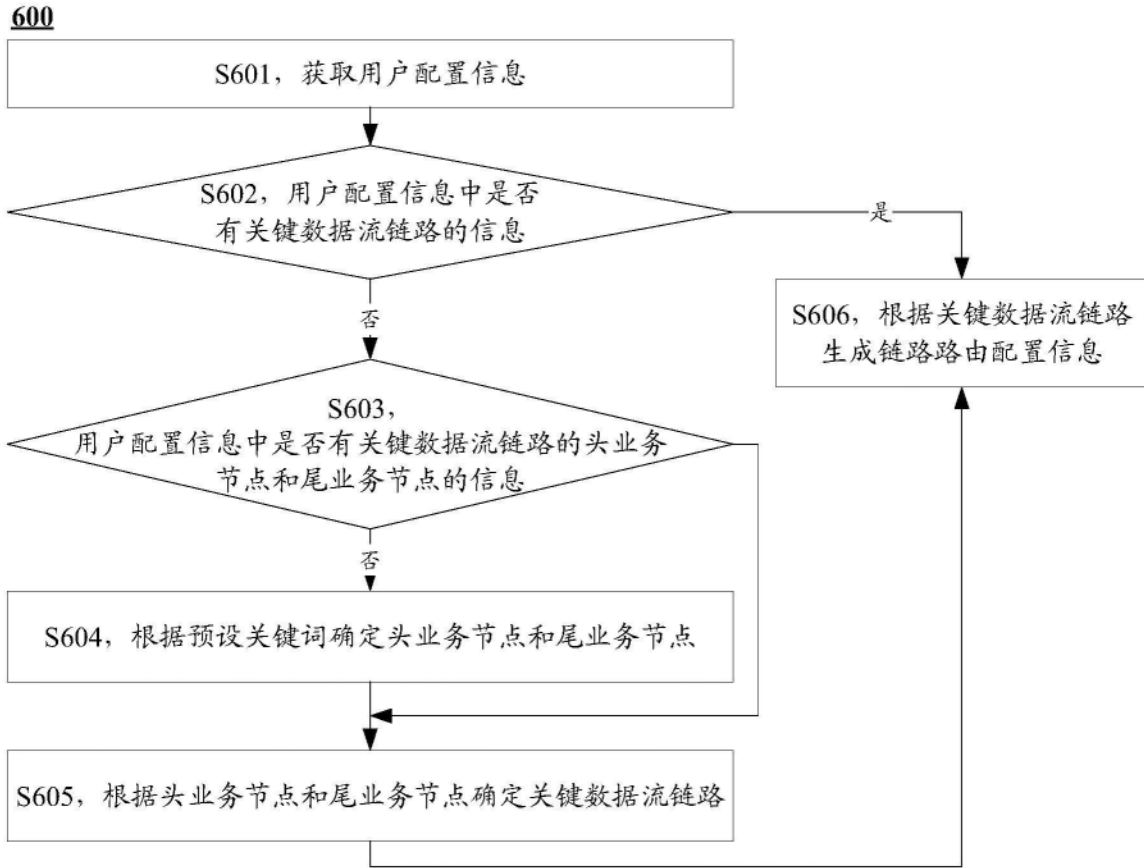


图6

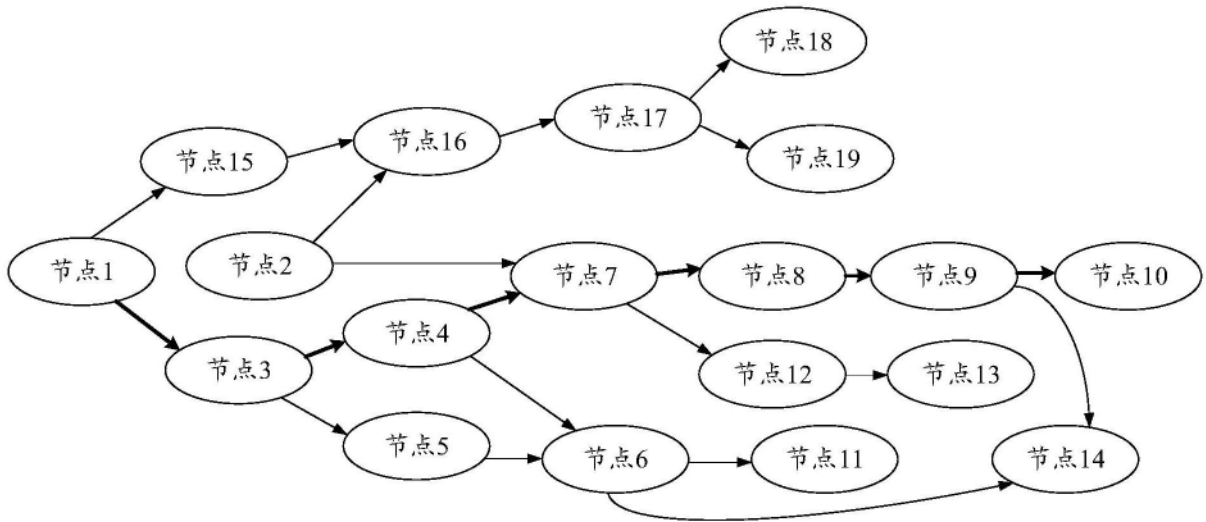


图7

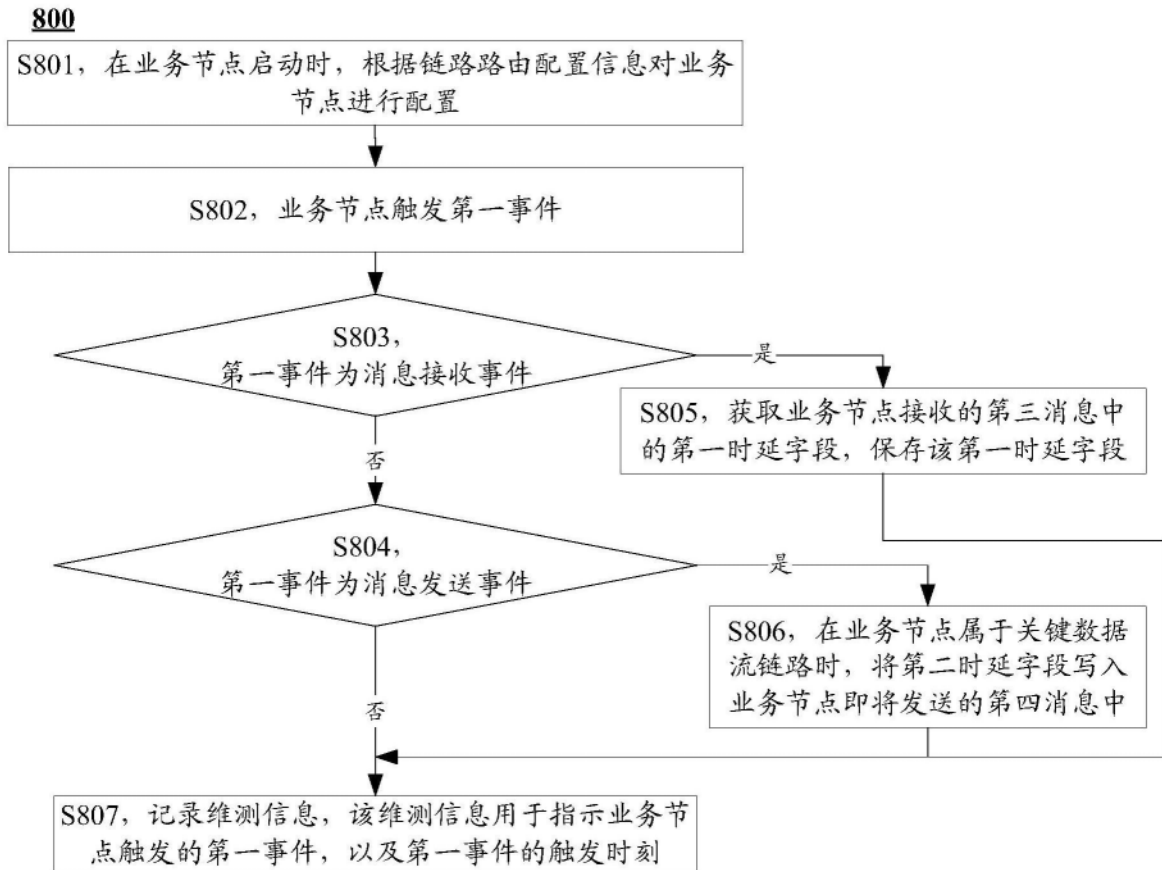


图8

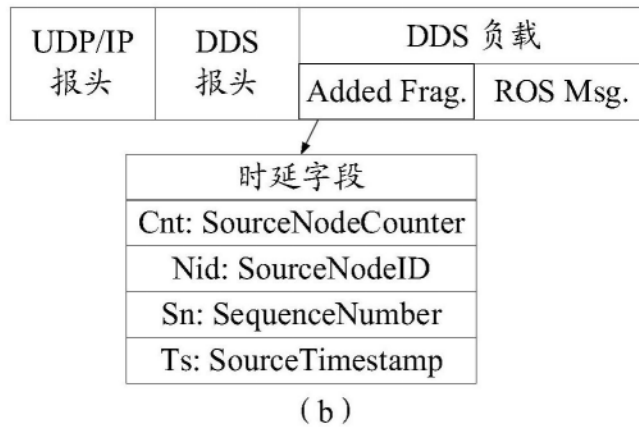
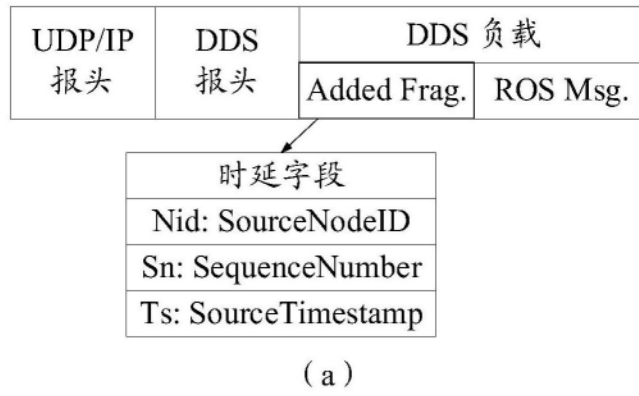


图9

**1000**

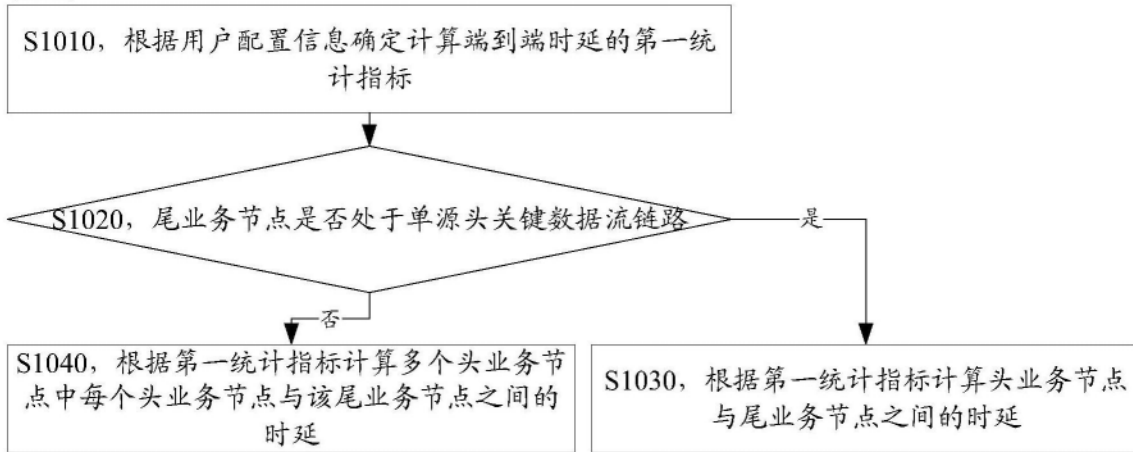


图10

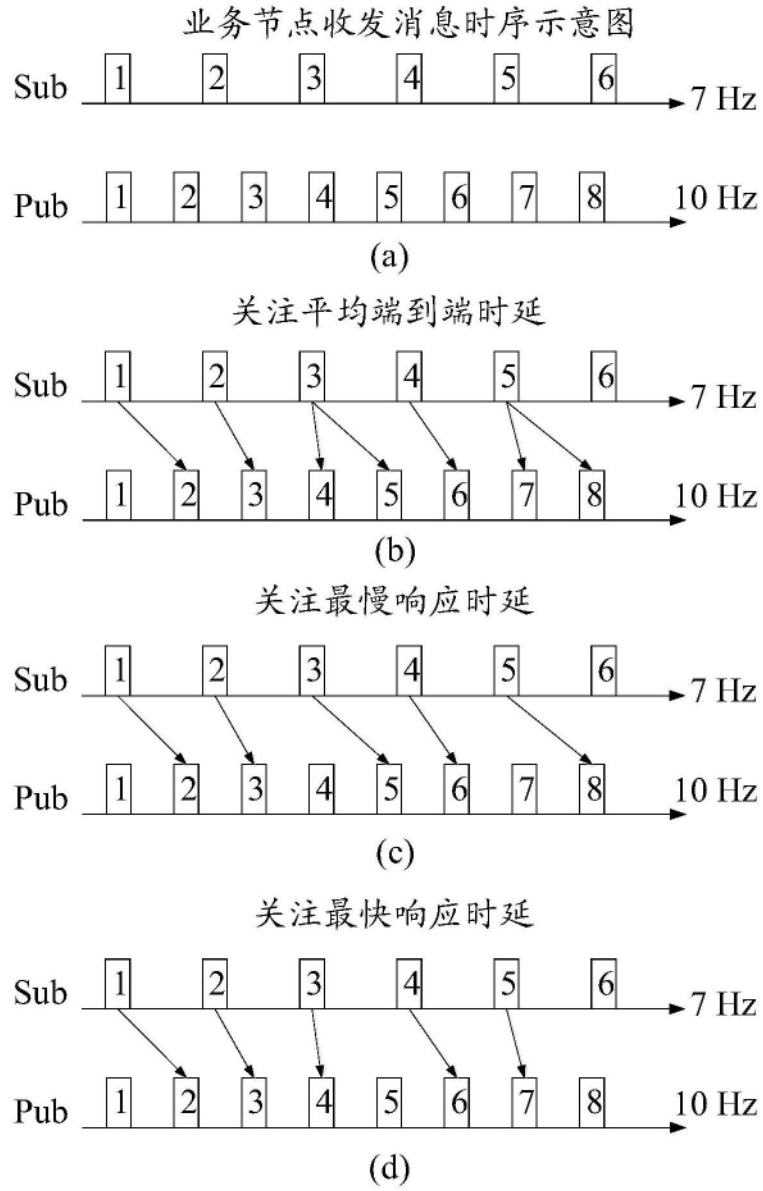


图11



图12

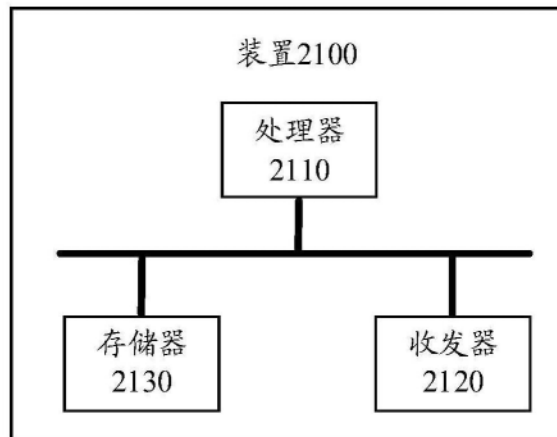


图13