



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109428742 B

(45) 授权公告日 2020.12.15

(21) 申请号 201710724352.5

(22) 申请日 2017.08.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109428742 A

(43) 申请公布日 2019.03.05

(73) 专利权人 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 张锡权 宋建民 魏家宏 徐鸿

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285

代理人 王仲凯

(51) Int. Cl.

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101399769 A, 2009.04.01

CN 106713141 A, 2017.05.24

CN 1859020 A, 2006.11.08

CN 102412955 A, 2012.04.11

CN 105323807 A, 2016.02.10

WO 2013065477 A1, 2013.05.10

CN 101803301 A, 2010.08.11

审查员 付苗

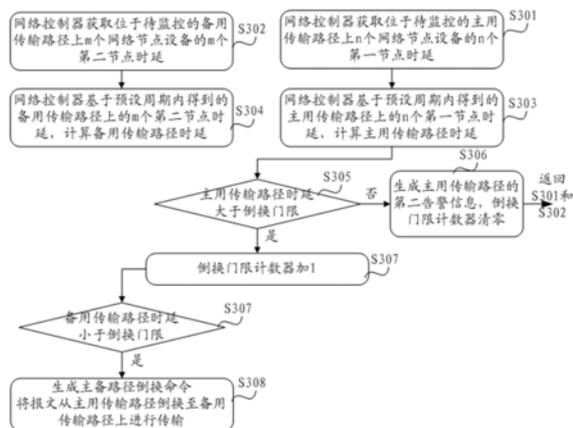
权利要求书5页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

基于时延传输路径控制方法、网络控制器和系统

(57) 摘要

基于时延传输路径控制方法、网络控制器和系统。本申请提供了一种基于时延的传输路径控制方法、装置和系统。通过获取主用传输路径和备用传输路径上的各个网络节点设备的设备时延,以及各个网络节点设备之间的链路时延,并基于各自的设备时延和链路时延进行计算得到主用传输路径时延,以及备用传输路径时延。然后,基于时延判决的切换机制,在主用传输路径时延大于切换门限,且备用传输路径时延小于切换门限的情况下,生成主备路径倒换命令,并基于该主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换到备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。



1. 一种基于时延的传输路径控制方法,其特征在于,所述传输路径控制方法包括:

网络控制器获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延,所述第一节点时延为位于所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与所述第一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和,所述第二节点时延为位于所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与所述第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和,其中,所述n个网络节点设备包括所述第一网络节点设备,所述m个网络节点设备包括所述第二网络节点设备,n大于等于2,m大于等于2;

所述网络控制器基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述n个第一节点时延,计算主用传输路径时延,所述主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时、达到第一目标时延可靠度的时延,所述第一目标时延可靠度用于指示所述业务数据流中的报文从所述主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率;

所述网络控制器基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述m个第二节点时延,计算备用传输路径时延,所述备用传输路径时延用于指示传输检测报文时、达到第二目标时延可靠度的时延,所述第二目标时延可靠度用于指示所述检测报文从所述备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率;

所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于倒换门限,且所述备用传输路径时延小于倒换门限时,生成主备路径倒换指示;

所述网络控制器基于所述主备路径倒换指示,将报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述网络控制器获取的所述第一节点时延中的设备时延是由设置于所述主用传输路径上的所述第一网络节点设备上的第一时延测量模块在预设周期内测量得到的;

所述网络控制器获取的所述第二节点时延中的设备时延是由设置于所述备用传输路径上的第二网络节点设备上的第二时延测量模块在所述预设周期内测量得到的。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述网络控制器基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述n个第一节点时延,计算主用传输路径时延,具体包括:

所述网络控制器基于所述预设周期内得到的所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的第一节点时延,计算第i个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ ,其中,i的取值为1至n的正整数, $L_i$ 包括所述预设周期内流经所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布,并将所述第一概率分布偏移所述第i个网络节点设备的链路时延;

所述网络控制器根据所述第一路径时延随机变量 $L_i$ 确定主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n L_i$ ,所述 $\sum_{i=1}^n L_i$ 指对n个网络节点设备的第一时延随机变量进行随机变量求和;

所述网络控制器在所述主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n L_i$ 中确定达到所述第一目标时延可靠度的时延,得到主用传输路径时延。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述网络控制器基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述m个第二节点时延,计算备用传输路径时延,包括:

所述网络控制器基于所述预设周期内得到的所述备用传输路径上的第j个网络节点设备的第二节点时延,计算第j个网络节点设备的第二路径时延随机变量 $L_j$ ,其中,j的取值为1至m的正整数, $L_j$ 包括所述预设周期内流经所述备用传输路径上的第j个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布,并将所述第二概率分布偏移所述第j个网络节点设备的链路时延;

所述网络控制器根据所述第二路径时延随机变量 $L_j$ 确定备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ ,所述 $\sum_{j=1}^m$ 指对m个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和;

所述网络控制器在所述备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ 中确定达到所述第二目标时延可靠度的时延,得到备用传输路径时延。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于倒换门限之前,还包括:

所述网络控制器确定所述主用传输路径时延不大于告警门限,返回执行获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延;

所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于所述告警门限,则判断所述主用传输路径时延是否大于倒换门限。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于所述倒换门限之后,还包括:

所述网络控制器将倒换门限计数器中的计数累加1;

所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数大于预设计数,则判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限;

所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数不大于所述预设计数,则生成所述主用传输路径的第一告警信息,返回执行获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括:

所述网络控制器确定所述主用传输路径时延不大于所述倒换门限,生成所述主用传输路径的第二告警信息,并将倒换门限计数器中的计数清零,所述第二告警信息的警告优先级低于所述第一告警信息;

返回执行获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数大于所述预设计数之后,判断所述备用传输路径是否小于所述倒换门限之前,还包括:

所述网络控制器确定所述备用传输路径时延小于所述告警门限,执行判断所述备用传

输路径时延是否小于所述倒换门限这一步骤；

所述网络控制器确定所述备用传输路径时延不小于所述告警门限，生成所述主用传输路径的第一告警信息和所述备用传输路径的第一告警信息。

9. 根据权利要求7或8所述的方法，其特征在于，将所述报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输之后，还包括：

所述网络控制器将所述倒换门限计数器中的计数清零。

10. 一种网络控制器，其特征在于，包括：

时延获取模块，用于获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延，以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延，所述第一节点时延为位于所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与所述第一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和，所述第二节点时延为位于所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与所述第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和，其中，所述 $n$ 个网络节点设备包括所述第一网络节点设备，所述 $m$ 个网络节点设备包括所述第二网络节点设备， $n$ 大于等于2， $m$ 大于等于2；

第一时延计算模块，用于基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述 $n$ 个第一节点时延，计算主用传输路径时延，所述主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时，达到第一目标时延可靠度的时延，所述第一目标时延可靠度用于指示所述业务数据流中的报文从所述主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率；

第二时延计算模块，用于基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述 $m$ 个第二节点时延，计算备用传输路径时延，所述备用传输路径时延用于指示传输检测报文时，达到第二目标时延可靠度的时延，所述第二目标时延可靠度用于指示所述检测报文从所述备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率；

时延控制模块，用于确定所述主用传输路径时延大于倒换门限，且所述备用传输路径时延小于倒换门限时，生成主备路径倒换指示，并发送给时延倒换模块；

所述时延倒换模块，用于基于所述主备路径倒换命令，将报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输。

11. 根据权利要求10所述的网络控制器，其特征在于，还包括：设置于所述主用传输路径上的第一网络节点设备上的第一时延测量模块，以及设置于所述备用传输路径上的第二网络节点设备上的第二时延测量模块；

第一时延测量模块，用于在预设周期内测量所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延；

第二时延测量模块，用于在预设周期内测量所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延。

12. 根据权利要求10或11所述的网络控制器，其特征在于，所述第一时延计算模块包括：

第一变量计算单元，用于基于所述预设周期内得到的所述主用传输路径上的第 $i$ 个网络节点设备的第一节点时延，计算第 $i$ 个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ ，其中， $i$ 的取值为1至 $n$ 的正整数， $L_i$ 包括所述预设周期内流经所述主用传输路径上的第 $i$ 个网络节

点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布,并将所述第一概率分布偏移所述第*i*个网络节点设备的链路时延;

第一求和单元,用于根据所述第一路径时延随机变量确定主用传输路径时延随机变量  $\sum_{i=1}^n Li$ ,所述  $\sum_{i=1}^n$  指对*n*个网络节点设备的第一时延随机变量进行随机变量求和;

第一确定单元,用于在所述主用传输路径时延随机变量  $\sum_{i=1}^n Li$  中确定达到所述第一目标时延可靠度的时延,得到主用传输路径时延。

13.根据权利要求10或11所述的网络控制器,其特征在于,所述第二时延计算模块包括:

第二变量计算单元,用于基于所述预设周期内得到的所述备用传输路径上的第*j*个网络节点设备的第二节点时延,计算第*j*个网络节点设备的第二路径时延随机变量*L<sub>j</sub>*,其中,*j*的取值为1至*m*的正整数,*L<sub>j</sub>*包括所述预设周期内流经所述备用传输路径上的第*j*个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布,并将所述第二概率分布偏移所述第*j*个网络节点设备的链路时延;

第二求和单元,用于根据所述第二路径时延随机变量确定备用传输路径时延随机变量  $\sum_{j=1}^m Lj$ ,所述  $\sum_{j=1}^m$  指对*m*个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和;

第二确定单元,用于在所述备用传输路径时延随机变量  $\sum_{j=1}^m Lj$  中确定达到所述第二目标时延可靠度的时延,得到备用传输路径时延。

14.根据权利要求10或11所述的网络控制器,其特征在于,所述时延控制模块在确定所述主用传输路径时延大于倒换门限之前,还用于确定所述主用传输路径时延不大于告警门限时,返回执行时延获取模块;以及确定所述主用传输路径时延大于所述告警门限时,则判断所述主用传输路径时延是否大于倒换门限。

15.根据权利要求10或11所述的网络控制器,其特征在于,所述时延控制模块确定所述主用传输路径时延大于所述倒换门限之后,还用于将倒换门限计数器中的计数累加1,在确定所述倒换门限计数器中的计数大于预设计数,则判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限;以及确定所述倒换门限计数器中的计数不大于所述预设计数时,则生成所述主用传输路径的第一告警信息,返回执行所述时延获取模块。

16.根据权利要求15所述的网络控制器,其特征在于,所述时延控制模块,还用于确定所述主用传输路径时延不大于所述倒换门限时,生成所述主用传输路径的第二告警信息,并将所述倒换门限计数器中的计数清零,所述第二告警信息的警告优先级低于所述第一告警信息;返回执行所述时延获取模块。

17.根据权利要求15所述的网络控制器,其特征在于,所述时延控制模块在确定所述倒换门限计数器中的计数大于所述预设计数之后,判断所述备用传输路径是否小于所述倒换门限之前,还用于确定所述备用传输路径时延小于所述告警门限,执行判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限,以及确定所述备用传输路径时延不小于所述告警门限,

生成所述主用传输路径的第一告警信息和所述备用传输路径的第一告警信息。

18. 根据权利要求10、11或16-17中任一项所述的网络控制器,其特征在于,所述时延控制模块在将所述报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输之后,还用于将所述倒换门限计数器中的计数清零。

19. 一种网络控制器,其特征在于,包括:存储器,以及与所述存储器通信的处理器;

所述存储器,用于存储传输路径控制的程序代码;

所述处理器,用于调用所述存储器中的所述传输路径控制的程序代码,执行权利要求1-9中任一项所述的传输路径控制方法。

20. 一种通信系统,其特征在于,包括权利要求10-18中任一项所述的网络控制器和网络节点设备。

## 基于时延传输路径控制方法、网络控制器和系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及通信技术领域,更具体的说,涉及一种基于时延的传输路径控制方法、网络控制器和系统。

### 背景技术

[0002] 随着对第五代(5th Generation,5G)通信技术研究的推进和虚拟现实、自动驾驶等时延敏感业务的应用发展,因此,对路由转发和传输的网络时延提出了更高更严格的要求,尤其是对时延性能的可服务性、可用性和可靠性也提出了全新的要求。

[0003] 在现有的应用中,当两个网络节点设备之间部署一条高可靠低时延需求业务时,现有技术中没有方法可以实时监控业务时延和可靠性的服务等级协议(Service Level Agreement,SLA)满意度,SLA通常考量的是业务传输过程中端到端的质量,与SLA满意度测试相关的网络性能参数包括时延,时延抖动和时延可靠度等,当与SLA相关的时延发生劣化时,现有技术中也没有方法确保业务传输路径对时延的服务要求。

[0004] 由此,目前亟需一种对时延敏感业务的传输路径提供保护的方案,尤其是,在与SLA相关的时延发生劣化时能够确保业务传输路径对时延的服务要求。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供一种基于时延的传输路径控制方法、网络控制器和系统,目的在于为时延敏感业务提供传输路径的保护。

[0006] 本申请提供如下技术方案:

[0007] 本申请实施例的第一方面提供了一种基于时延的传输路径控制方法,所述传输路径控制方法包括:

[0008] 网络控制器获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延,所述第一节点时延为位于所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与所述第一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和,所述第二节点时延为位于所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与所述第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和,其中,所述 $n$ 个网络节点设备包括所述第一网络节点设备,所述 $m$ 个网络节点设备包括所述第二网络节点设备, $n$ 大于等于2, $m$ 大于等于2;

[0009] 所述网络控制器基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述 $n$ 个第一节点时延,计算主用传输路径时延,所述主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时、达到第一目标延时可靠度的时延,所述第一目标延时可靠度用于指示所述业务数据流中的报文从所述主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率;

[0010] 所述网络控制器基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述 $m$ 个第二节点时延,计算备用传输路径时延,所述备用传输路径时延用于指示传输检测报文时、达到第二

目标延时可靠度的时延,所述第二目标时延可靠度用于指示所述检测报文从所述备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率;

[0011] 所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于倒换门限,且所述备用传输路径时延小于倒换门限时,生成主备路径倒换指示;

[0012] 所述网络控制器基于所述主备路径倒换指示,将报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输。

[0013] 上述方案,通过将得到的主用传输路径时延和备用传输路径时延与倒换门限进行比较,在主用传输路径时延大于倒换门限,且备用传输路径时延小于倒换门限的情况下,生成主备路径倒换命令,并基于该主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换到备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。

[0014] 在一种可能的设计中,所述网络控制器获取的所述第一节点时延中的设备时延是由设置于所述主用传输路径上的所述第一网络节点设备上的第一时延测量模块在预设周期内测量得到的;

[0015] 所述网络控制器获取的所述第二节点时延中的设备时延是由设置于所述备用传输路径上的第二网络节点设备上的第二时延测量模块在所述预设周期内测量得到的。

[0016] 在一种可能的设计中,所述网络控制器基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述n个第一节点时延,计算主用传输路径时延,具体包括:

[0017] 所述网络控制器基于所述预设周期内得到的所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的第一节点时延,计算第i个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ ,其中,i的取值为1至n的正整数, $L_i$ 包括所述预设周期内流经所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布,并将所述第一概率分布偏移所述第i个网络节点设备的链路时延;

[0018] 所述网络控制器根据所述第一路径时延随机变量 $L_i$ 确定主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n L_i$ ,所述 $\sum_{i=1}^n$ 指对n个网络节点设备的第一时延随机变量进行随机变量求和;

[0019] 所述网络控制器在所述主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n L_i$ 中确定达到所述第一目标延时可靠度的时延,得到主用传输路径时延。

[0020] 上述方案,采用概率分布统计的方式,获取主用传输路径时延随机变量的概率分布,然后能够准确的从该概率分布中确定主用传输路径时延随机变量达到第一目标时延可靠度的时延,得到更为精确的,满足SLA要求的主用传输路径时延。

[0021] 在一种可能的设计中,所述网络控制器基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述m个第二节点时延,计算备用传输路径时延,包括:

[0022] 所述网络控制器基于所述预设周期内得到的所述备用传输路径上的第j个网络节点设备的第二节点时延,计算第j个网络节点设备的第二路径时延随机变量 $L_j$ ,其中,j的取值为1至m的正整数, $L_j$ 包括所述预设周期内流经所述备用传输路径上的第j个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布,并将所述第二概率分布偏移所述第j个网络节点设备的链路时延;

[0023] 所述网络控制器根据所述第二路径时延随机变量 $L_j$ 确定备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ ,所述 $\sum_{j=1}^m$ 指对 $m$ 个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和;

[0024] 所述网络控制器在所述备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ 中确定达到所述第二目标时延可靠度的时延,得到备用传输路径时延。

[0025] 上述方案,采用概率分布统计的方式,获取备用传输路径时延随机变量的概率分布,然后能够准确的从该概率分布中确定备用传输路径时延随机变量达到第二目标时延可靠度的时延,得到更为精确的,满足SLA要求的备用传输路径时延。

[0026] 在一种可能的设计中,所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于倒换门限之前,还包括:

[0027] 所述网络控制器确定所述主用传输路径时延不大于所述告警门限,返回执行获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延;

[0028] 所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于所述告警门限,则判断所述主用传输路径时延是否大于倒换门限。

[0029] 上述方案,增加了对主用传输路径进行告警的操作,使得检测人员及时了解主用传输路径的时延情况。

[0030] 在一种可能的设计中,所述网络控制器确定所述主用传输路径时延大于所述倒换门限之后,还包括:

[0031] 所述网络控制器将倒换门限计数器中的计数累加1;

[0032] 所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数大于预设计数,则判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限;

[0033] 所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数不大于所述预设计数,则生成所述主用传输路径的第一告警信息,返回执行获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延。

[0034] 上述方案,增加对主用传输路径大于倒换门限的结果的计数进行判断,当该计数满足一定预设计数时,才进行主用传输路径和备用传输路径的倒换,进一步的优化倒换控制。

[0035] 在一种可能的设计中,还包括:

[0036] 所述网络控制器确定所述主用传输路径时延不大于所述倒换门限,生成所述主用传输路径的第二告警信息,并将倒换门限计数器中的计数清零,所述第二告警信息的警告优先级低于所述第一告警信息;

[0037] 返回执行获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延。

[0038] 在一种可能的设计中,所述网络控制器确定所述倒换门限计数器中的计数大于所述预设计数之后,判断所述备用传输路径是否小于所述倒换门限之前,还包括:

[0039] 所述网络控制器确定所述备用传输路径时延小于所述告警门限,执行判断所述备

用传输路径时延是否小于所述倒换门限这一步骤；

[0040] 所述网络控制器确定所述备用传输路径时延不小于所述告警门限，生成所述主用传输路径的第一告警信息和所述备用传输路径的第一告警信息。

[0041] 上述方案，通过对备用传输路径与告警门限大小判断，当某一备用传输路径发生告警时，可选择其他未发生告警的备用传输路径继续执行倒换，进一步的优化了倒换控制。

[0042] 在一种可能的设计中，将所述报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输之后，还包括：

[0043] 所述网络控制器将所述倒换门限计数器中的计数清零。

[0044] 本申请实施例的第二方面提供了一种网络控制器，包括：

[0045] 时延获取模块，用于获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延，以及获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延，所述第一节点时延为位于所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与所述第一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和，所述第二节点时延为位于所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与所述第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和，其中，所述 $n$ 个网络节点设备包括所述第一网络节点设备，所述 $m$ 个网络节点设备包括所述第二网络节点设备， $n$ 大于等于2， $m$ 大于等于2；

[0046] 第一时延计算模块，用于基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述 $n$ 个第一节点时延，计算主用传输路径时延，所述主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时，达到第一目标延时可靠度的时延，所述第一目标延时可靠度用于指示所述业务数据流中的报文从所述主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率；

[0047] 第二时延计算模块，用于基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述 $m$ 个第二节点时延，计算备用传输路径时延，所述备用传输路径时延用于指示传输检测报文时，达到第二目标延时可靠度的时延，所述第二目标延时可靠度用于指示所述检测报文从所述备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功；

[0048] 时延控制模块，用于确定所述主用传输路径时延大于倒换门限，且所述备用传输路径时延小于倒换门限时，生成主备路径倒换指示，并发送给时延倒换模块；

[0049] 所述时延倒换模块，用于基于所述主备路径倒换命令，将报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输。

[0050] 在一种可能的设计中，还包括：设置于所述主用传输路径上的第一网络节点设备上的第一时延测量模块，以及设置于所述备用传输路径上的第二网络节点设备上的第二时延测量模块；

[0051] 第一时延测量模块，用于在预设周期内测量所述主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延；

[0052] 第二时延测量模块，用于在预设周期内测量所述备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延。

[0053] 在一种可能的设计中，所述第一时延计算模块包括：

[0054] 第一变量计算单元，用于基于所述预设周期内得到的所述主用传输路径上的第 $i$ 个网络节点设备的第一节点时延，计算第 $i$ 个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ ，其

中,  $i$  的取值为 1 至  $n$  的正整数,  $L_i$  包括所述预设周期内流经所述主用传输路径上的第  $i$  个网络节点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布, 并将所述第一概率分布偏移所述第  $i$  个网络节点设备的链路时延;

[0055] 第一求和单元, 用于根据所述第一路径时延随机变量确定主用传输路径时延随机变量  $\sum_{i=1}^n L_i$ , 所述  $\sum_{i=1}^n$  指对  $n$  个网络节点设备的第一时延随机变量进行随机变量求和;

[0056] 第一确定单元, 用于在所述主用传输路径时延随机变量  $\sum_{i=1}^n L_i$  中确定达到所述第一目标延时可靠度的时延, 得到主用传输路径时延。

[0057] 在一种可能的设计中, 所述第二时延计算模块包括:

[0058] 第二变量计算单元, 用于基于所述预设周期内得到的所述备用传输路径上的第  $j$  个网络节点设备的第二节点时延, 计算第  $j$  个网络节点设备的第二路径时延随机变量  $L_j$ , 其中,  $j$  的取值为 1 至  $m$  的正整数,  $L_j$  包括所述预设周期内流经所述备用传输路径上的第  $j$  个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布, 并将所述第二概率分布偏移所述第  $j$  个网络节点设备的链路时延;

[0059] 第二求和单元, 用于根据所述第二路径时延随机变量确定备用传输路径时延随机变量  $\sum_{j=1}^m L_j$ , 所述  $\sum_{j=1}^m$  指对  $m$  个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和;

[0060] 第二确定单元, 用于在所述备用传输路径时延随机变量  $\sum_{j=1}^m L_j$  中确定达到所述第二目标延时可靠度的时延, 得到备用传输路径时延。

[0061] 在一种可能的设计中, 所述时延控制模块在确定所述主用传输路径时延大于倒换门限之前, 还用于确定所述主用传输路径时延不大于所述告警门限时, 返回执行时延获取模块; 以及确定所述主用传输路径时延大于所述告警门限时, 则判断所述主用传输路径时延是否大于倒换门限。

[0062] 在一种可能的设计中, 所述时延控制模块确定所述主用传输路径时延大于所述倒换门限之后, 还用于将倒换门限计数器中的计数累加 1, 在确定所述倒换门限计数器中的计数大于预设计数, 则判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限; 以及确定所述倒换门限计数器中的计数不大于所述预设计数时, 则生成所述主用传输路径的第一告警信息, 返回执行所述时延获取模块。

[0063] 在一种可能的设计中, 所述时延控制模块, 还用于确定所述主用传输路径时延不大于所述倒换门限时, 生成所述主用传输路径的第二告警信息, 并将所述倒换门限计数器中的计数清零, 所述第二告警信息的警告优先级低于所述第一告警信息; 返回执行所述时延获取模块。

[0064] 在一种可能的设计中, 所述时延控制模块在确定所述倒换门限计数器中的计数大于所述预设计数之后, 判断所述备用传输路径是否小于所述倒换门限之前, 还用于确定所述备用传输路径时延小于所述告警门限, 执行判断所述备用传输路径时延是否小于所述倒换门限, 以及确定所述备用传输路径时延不小于所述告警门限, 生成所述主用传输路径的第一告警信息和所述备用传输路径的第一告警信息。

[0065] 在一种可能的设计中,所述时延控制模块在将所述报文从所述主用传输路径倒换至所述备用传输路径上进行传输之后,还用于将所述倒换门限计数器中的计数清零。

[0066] 本申请实施例的第三方面提供了一种网络控制器,其特征在于,包括:存储器,以及与所述存储器通信的处理器;

[0067] 所述存储器,用于存储传输路径控制的程序代码;

[0068] 所述处理器,用于调用所述存储器中的所述传输路径控制的程序代码,执行所述传输路径控制方法。

[0069] 本申请实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,包括指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行本申请实施例的第一方面提供的基于时延的传输路径控制方法。

[0070] 本申请实施例的第五方面提供了一种通信系统,其特征在于,包括本申请实施例的第二方面和第三方面中任一所述的网络控制器和网络节点设备。

[0071] 本申请实施例的第六方面提供了一种通信系统,其特征在于,包括本申请实施例的第二方面和第三方面中任一所述的网络控制器、网络节点设备和控制器。

[0072] 本发明实施例提供了一种基于时延的传输路径控制方法、网络控制器和系统。通过获取主用传输路径和备用传输路径上的各个网络节点设备的设备时延,以及各个网络节点设备之间的链路时延,并基于各自的设备时延和链路时延进行计算得到主用传输路径时延,以及备用传输路径时延。然后,基于时延判决的倒换机制,在主用传输路径时延大于倒换门限,且备用传输路径时延小于倒换门限的情况下,生成主备路径倒换命令,并基于该主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换到备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。

## 附图说明

[0073] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0074] 图1为本发明实施例公开的传输路径控制方法的设备层的应用场景示意图;

[0075] 图2为本发明实施例公开的传输路径控制方法的网络节点设备之间的应用场景示意图;

[0076] 图3为本发明实施例公开的一种基于时延的传输路径控制方法的流程示意图;

[0077] 图4a为本发明实施例公开的主用传输路径时延随机变量的频率分布直方图;

[0078] 图4b为本发明实施例公开的备用传输路径时延随机变量的频率分布直方图;

[0079] 图5为本发明实施例公开的另一种基于时延的传输路径控制方法的流程示意图;

[0080] 图6为本发明实施例公开的一种网络控制器的结构示意图;

[0081] 图7为本发明实施例公开的另一种网络控制器的结构示意图;

[0082] 图8为本发明实施例公开的另一种网络控制器的结构示意图;

[0083] 图9为本申请实施例公开的一种通信系统的结构示意图;

[0084] 图10为本申请实施例公开的另一种通信系统的结构示意图。

## 具体实施方式

[0085] 本申请实施例提供了一种对时延敏感业务的传输路径提供保护的传输路径控制技术。通过对建立的用于传输报文的主用传输路径和备用传输路径的时延可靠度的SLA满意度的监控过程中,将报文从不符合时延可靠度的SLA满意度要求的主用传输路径倒换到符合时延可靠度的SLA满意度要求备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。这里的SLA满意度通常用于考量业务传输过程中端到端的质量,与SLA满足度的测试相关的网络性能参数主要包括时延、时延抖动和时延可靠性等等。

[0086] 本申请实施例提到的网络节点设备可以是服务器、路由设备或交换设备。

[0087] 如图1所示,为本申请实施例一公开的应用传输路径控制技术方案的场景示意图。该应用场景为5G移动承载网络,在核心网数据中心侧的运营商边缘(provider edge, PE) 100与基站侧的PE101之间部署低时延高可靠性业务,并通过建立的主用传输路径传输报文,基于本申请实施例公开的传输路径控制技术监测到主用传输路径的时延超标,或者,时延可靠性劣化时,将该报文倒换至备用传输路径上进行传输。其中,实线部分示出的主用传输路径,虚线部分示出的为备用传输路径,主用传输路径和备用传输路径上具有多个网络节点设备。

[0088] 基于图1,在主用传输路径和备用传输路径上逐跳测量节点时延和链路时延,以位于主用传输路径中具有一跳关系的两个网络节点设备为例。如图2示出了网络节点设备之间的应用场景示意图,该应用场景中包括作为发送端的网络节点设备R1,以及作为接收端的网络节点设备R2,a指示主用传输路径,b指示备用传输路径。

[0089] 网络节点设备R1的入端口为P1,出端口为P2。网络节点设备R2的入端口为P3,出端口为P4。网络节点设备R1的出端口P2通过通信链路和网络节点R2的入端口P3进行连接。

[0090] 本申请该实施例所公开的连接网络节点设备R1与网络节点设备R2的通信链路,可以为10千兆以太网(gigabit ethernet,GE)通信链路,也可以为100GE通信链路,但并不仅限于此。这里的10GE指万兆以太网,100GE指高速以太网。

[0091] 针对网络节点设备R1和网络节点设备R2之间的报文传输。当一个报文从网络节点设备R1入端口P1的物理层(physical layer PHY)处输入,此时为该报文添加时戳T1。经由网络节点设备R1处理后从出端口P2的PHY处输出,此时为该报文添加时戳T2。时戳是指对报文进行相应处理的时刻,通过网络节点设备的内部时钟进行添加。在网络节点设备R1中,该报文从入端口P1到出端口P2的设备时延 $D_u$ 如公式(1)所示。

[0092] 设备时延 $D_u = \text{出端口PHY时间戳}T_2 - \text{入端口PHY时间戳}T_1$  (1)

[0093] 网络节点设备R1将报文从出端口P2的PHY处输出时,并经由通信链路从网络节点设备R2入端口P3的PHY处输入,此时网络节点设备R2为该报文添加时戳T3。

[0094] 在本申请实施例中,由时延测量模块完成上述设备时延 $D_u$ 的测量,该时延测量模块可以是物理设备或者设置在物理设备上的功能模块,该时延测量模块可以设置于每一个网络节点设备的出端口的内侧,也可以设置于每一个网络节点设备的外侧。无论是设置于内侧还是外侧均与PHY相连,并基于公式(1)进行所在网络节点设备的设备时延的测量。例如图2中示出了在网络节点设备R1和网络节点设备R2的出端口的内侧分别设置时延测量模块21。

[0095] 为保证所测量的每一个网络节点设备的节点时延包括的链路时延和设备时延无缝衔接,进行链路时延测量时的打戳位置与设备时延测量时的打戳位置相切,这里的相切的意思可以理解为将时间戳T2作为通信链路的入口时戳,将时间戳T3作为通信链路的出口时戳。因此,网络节点设备R1和网络节点设备R2之间的通信链路所产生的链路延时 $D_L$ 为时间戳T3与时间戳T2之间的差值。

[0096] 上述位于主用传输路径上的两个网络节点设备的设备时延和链路时延的测量过程,可以被应用在位于主用传输路径上的任意两个网络节点设备,也可以被应用在位于备用传输路径上的任意两个网络节点设备。

[0097] 在具体测量的过程中,主用传输路径上的网络节点设备的设备时延和链路时延,可以通过在该主用传输路径上传输的业务数据流包括的所有报文进行测量。备用传输路径上的网络节点设备的设备时延和链路时延,可以通过在该主用传输路径上传输的检测报文进行测量。可选的,主用传输路径和备用传输路径上各个网络节点设备之间的链路时延也可以是构建网络时获取的。

[0098] 本申请实施例通过将网络中的主用传输路径时延和备用传输路径时延,分别与确保网络满足业务时延服务SLA的要求所设定的阈值进行比较,在确定主用传输路径时延的时延可靠性劣化时,将当前在主用传输路径上传输的业务倒换值满足业务时延服务SLA要求的备用传输路径上进行传输。具体过程通过下述实施例详细进行说明。

[0099] 如图3所示,为本申请实施例公开的一种基于时延的传输路径控制方法的流程示意图。包括:

[0100] S301:网络控制器获取位于待监控的主用传输路径上 $n$ 个网络节点设备的 $n$ 个第一节点时延。

[0101] 在具体实现中,第一节点时延为位于主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与第一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和。

[0102] 其中, $n$ 个网络节点设备包括第一网络节点设备, $n$ 大于等于2。

[0103] 需要说明的是,如图2以及图2对应说明书中的描述,网络控制器获取的第一网络节点设备的设备时延,为设置于主用传输路径上的第一网络节点设备上的第一时延测量模块测得,然后上报给网络控制器。

[0104] 可选的,链路时延可以通过网络节点设备间传输的双向转发检测机制(bidirectional forwarding detection,BFD)或操作、管理和维护(operation administration and maintenance,OAM)报文按需进行测量,然后上报给网络控制器。

[0105] 因为网络节点设备之间的链路时延通常是固定的。因此,可选的,网络控制器也可以直接获取构建网络时得到的链路时延。

[0106] 在具体实现中,主用传输路径上的 $n$ 个第一时延测量模块通过主用传输路径上传输的业务数据流包括的所有报文进行第一节点时延的测量。

[0107] S302:网络控制器获取位于待监控的备用传输路径上 $m$ 个网络节点设备的 $m$ 个第二节点时延。

[0108] 在具体实现中,第二节点时延为位于备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和。

[0109] 其中, $m$ 个网络节点设备包括第二网络节点设备, $m$ 大于等于2。

[0110] 需要说明的是,如图2以及图2对应说明书中的描述,网络控制器获取的第二网络节点设备的设备时延,为设置于备用传输路径上的第二网络节点设备上的第二时延测量模块测得,然后上报给网络控制器。

[0111] 可选的,链路时延可以通过网络节点设备间传输的BFD或OAM报文按需进行测量,然后上报给网络控制器。

[0112] 因为网络节点设备之间的链路时延通常是固定的。因此,可选的,网络控制器也可以直接获取构建网络时得到的链路时延。

[0113] 在具体实现中,备用传输路径上的m个第二时延测量模块通过在备用传输路径上传输的检测报文进行第二节点时延的测量。

[0114] 需要说明的是,备用传输路径上所选的检测报文的优先级与主用传输路径上传输的业务数据流的报文的优先级相同或相似。例如:在网络中传输的报文的优先级可以分为5级,则当前主用传输路径上的传输的业务数据流的报文的优先级为1级时,则选取在备用传输路径上传输的优先级为1级的报文作为检测报文,若备用传输路径上没有传输优先级为1级的报文,则选择相近的2级的报文作为检测报文。

[0115] 上述S301和S302在执行过程中并不限定先后顺序。在获取的过程中,可以利用同一个获取模块执行获取操作。

[0116] S303:网络控制器基于预设周期内得到的主用传输路径上的n个第一节点时延,计算主用传输路径时延。

[0117] 在具体实现过程中,该预设周期可以为1秒,3秒或10秒,本申请实施例对此并不做限定。

[0118] 该主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时,达到第一目标时延可靠度的时延。该第一目标延时可可靠度用于指示业务数据流中的报文从主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率。该第一目标时延可靠度也可以表示为第一目标时延可靠性。

[0119] 具体得到主用传输路径时延的过程为:

[0120] 首先,网络控制器基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的第一节点时延,计算第i个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ 。

[0121] 其次,网络控制器根据第一路径时延随机变量 $L_i$ 确定主用传输路径时延随机变量L。过程如公式(3)所示:

$$[0122] \quad L = \sum_{i=1}^n L_i \quad (3)$$

[0123] 其中,i的取值为1至n的正整数, $L_i$ 包括预设周期内流经主用传输路径上的第i个网络节点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布,并将第一概率分布偏移第i个网络节点设备的链路时延, $\sum_{i=1}^n$ 指对n个网络节点设备的第一时延随机变量进行随

机变量求和。 $\sum_{i=1}^n$ 并不是简单的算术求和,通常可以理解为联合条件概率卷积,拟合算法等求和方式。

[0124] 上述过程以主用传输路径上具有4个网络节点设备,计算得到主用传输路径时延

随机变量L为例进行说明,如图4a所示,示出了网络节点设备NE1、NE2、NE3和NE4的第一时延随机变量的频率分布图,进行 $\sum_{i=1}^n$ 求和后,得到主用传输路径时延随机变量L的频率分布图。

[0125] 最后,网络控制器在主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n Li$ 中确定达到第一目标延时可靠度的时延,得到主用传输路径时延。

[0126] 在具体实现过程中,上述计算得到的主用传输路径以第一频率分布方式分布的主用传输路径时延随机变量L如图4a所示。图4a中横坐标为主用传输路径时延随机变量L,纵坐标为时延概率密度。通过该种概率分布方式标记每个网络节点设备的节点时延。基于时延可靠度与时延的对应关系,确定对应第一目标时延可靠度的主用传输时延随机变量作为主用传输路径时延。例如,99.999%时延可靠度对应420 $\mu$ s时延,99%时延可靠度对应500 $\mu$ s时延。

[0127] S304:网络控制器基于预设周期内得到的备用传输路径上的m个第二节点时延,计算备用传输路径时延。

[0128] 在具体实现中,备用传输路径时延用于指示传输检测报文时达到第二目标延时可靠度的时延。该第二目标时延可靠度用于指示检测报文从备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率。

[0129] 具体得到备用传输路径时延的过程为:

[0130] 首先,网络控制器基于预设周期内得到的备用传输路径上的第j个网络节点设备的第二节点时延,计算第j个网络节点设备的第二路径时延随机变量L<sub>j</sub>。

[0131] 然后,网络控制器根据第二路径时延随机变量L<sub>j</sub>确定备用传输路径时延随机变量L'。

[0132] 过程如公式(4)所示:

$$[0133] \quad L' = \sum_{j=1}^n L_j \quad (4)$$

[0134] 其中,j的取值为1至m的正整数,L<sub>j</sub>包括预设周期内流经备用传输路径上的第j个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布,并将第二概率分布偏移所述第j个网络节点设备的链路时延; $\sum_{j=1}^m$ 指对m个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和。

[0135] 上述进行随机变量求和的方式与主用传输路径相同,这里不再进行赘述。

[0136] 最后,网络控制器在备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ 中确定达到第二目标延时可靠度的时延,得到备用传输路径时延。

[0137] 如图4b为上述计算得到的备用传输路径以第二频率分布方式分布的备用传输路径时延随机变量L'。在图4b中,横坐标为备用传输路径时延随机变量L',纵坐标为时延概率密度。通过该种概率分布方式标记每个网络节点设备的节点时延。基于时延可靠度与时延的对应关系,确定对应第一目标时延可靠度的主用传输时延随机变量作为主用传输路径时

延。例如,99.999%时延可靠度对应420 $\mu$ s时延,99%时延可靠度对应500 $\mu$ s时延。

[0138] 需要说明的是,节点时延中的设备时延会受到流量拥塞的影响。因此,在本申请实施例中,为了确保得到的传输路径时延更为准确,在上述计算中,采用频率分布直方图的统计方式对传输路径时延进行统计。

[0139] 可选的,在本申请实施例的另一种实现方式中,计算的过程中可以在各个网络节点设备中实现,并按照概率分布的方式进行保存并上报给网络控制器。由网络控制器确定对应第一目标时延可靠度的时延,从而得到主用传输路径时延。同样,由网络控制器确定对应第二目标时延可靠度的时延,从而得到备用传输路径时延。

[0140] 上述S303和S304在执行过程中并不限定先后顺序。该计算的过程中可以分别利用一个计算模块执行,也可以采用合并的计算模块分别执行主用传输路径时延和备用传输路径时延的计算过程。

[0141] S305:判断主用传输路径时延是否大于倒换门限,如果否,则执行S306,如果是,则执行S307。

[0142] S306:主用传输路径时延不大于倒换门限,生成主用传输路径的第二告警信息,并将倒换门限计数器中的计数清零,返回执行S301和S302。

[0143] S307:主用传输路径时延大于倒换门限,倒换门限计数器中的计数加1,判断备用传输路径时延是否小于倒换门限,如果是,则执行S308。

[0144] S308:生成的主备路径倒换命令自动下发,将报文从主用传输路径倒换至备用传输路径上进行传输。

[0145] 本发明实施例通过获取主用传输路径和备用传输路径上的各个网络节点设备的设备时延,以及各个网络节点设备之间的链路时延,并基于各自的设备时延和链路时延进行计算得到主用传输路径时延,以及备用传输路径时延。然后,基于时延判决的倒换机制,在判断主用传输路径的业务时延大于倒换门限,且判断备用传输路径的业务时延小于倒换门限的情况下,生成主备路径倒换命令,并基于该主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换到备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。

[0146] 在上述本发明实施例附图3公开的基于时延的传输路径控制方法的基础上,还公开了另一种基于时延的传输路径控制方法,如图5所示,包括:

[0147] S501:网络控制器获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延。

[0148] S502:网络控制器获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延。

[0149] S503:网络控制器基于预设周期内得到的主用传输路径上的n个第一节点时延,计算主用传输路径时延。

[0150] S504:网络控制器基于预设周期内得到的备用传输路径上的m个第二节点时延,计算备用传输路径时延。

[0151] 以上S501的执行原理和过程,与图3中公开的S301的执行原理和过程一致。以上S502的执行原理和过程,与图3中公开的S302的执行原理和过程一致。以上S503的执行原理和过程,与图3中公开的S303的执行原理和过程一致。以上S504的执行原理和过程,与图3中

公开的S304的执行原理和过程一致。

[0152] S505:判断主用传输路径时延是否大于告警门限,如果否,则返回执行S501和S502,如果是,则执行S506。

[0153] S506:判断主用传输路径时延是否大于倒换门限,如果否,则执行S507,如果是,则执行S508。

[0154] S507:主用传输路径时延不大于倒换门限,生成主用传输路径的第二告警信息,并将倒换门限计数器中的计数清零,返回执行S501和S502。

[0155] S508:将倒换门限计数器中的计数累加1。

[0156] S509:判断倒换门限计数器中的计数是否大于预设计数,如果否,则执行S510,如果是,则执行S511。

[0157] 在具体实现中,该预设计数可以有技术人员进行设定,具体可以设定为3。

[0158] S510:倒换门限计数器中的计数不大于预设计数,则生成主用传输路径的第一告警信息,返回执行S501和S502。

[0159] 在具体实现过程中,第一告警信息的告警优先级大于第二告警信息的告警优先级。通常,第一告警信息指当前路径的时延严重,第二告警信息指当前路径的时延次要严重。

[0160] S511:判断备用传输路径时延是否小于倒换门限,如果否,则执行S512,如果是,则执行S513。

[0161] S512:生成主用传输路径的第一告警信息和备用传输路径的第一告警信息。

[0162] S513:生成主备路径倒换命令自动下发,将报文从主用传输路径倒换至备用传输路径上进行传输。

[0163] 在具体实现过程中,可选的,在执行S512或S513之后,将倒换门限计数器中的计数清零。

[0164] 本发明实施例通过获取主用传输路径和备用传输路径上的各个网络节点设备的设备时延,以及各个网络节点设备之间的链路时延,并基于各自的设备时延和链路时延进行计算得到主用传输路径时延,以及备用传输路径时延。然后,基于时延判决的倒换机制,在先进进行是否告警的判断,并执行相应告警之后,确定主用传输路径时延大于倒换门限,且备用传输路径时延小于倒换门限的情况下,生成主备路径倒换命令,并基于该主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换到备用传输路径进行传输。从而为时延敏感业务的传输路径提供保护,确保业务传输路径对时延的服务要求。进一步的,通过告警的方式,能够优化对主备用传输路径之间的倒换,选择更为合适的备用传输路径倒换主用传输路径。

[0165] 基于上述本发明实施例公开的基于时延的传输路径控制方法,本发明实施例还公开了执行该传输路径控制方法的网络控制器和系统。

[0166] 如图6所示,为本发明实施例公开的网络控制器600的结构示意图,该网络控制器600包括:

[0167] 时延获取模块601,用于获取位于待监控的主用传输路径上n个网络节点设备的n个第一节点时延,以及获取位于待监控的备用传输路径上m个网络节点设备的m个第二节点时延。

[0168] 其中,第一节点时延为位于主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延与第

一网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和。该第二节点时延为位于备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延与第二网络节点设备与下一网络节点设备之间的链路时延之和。其中，n个网络节点设备包括第一网络节点设备。m个网络节点设备包括第二网络节点设备，n大于等于2，m大于等于2。

[0169] 第一时延计算模块602，用于基于预设周期内得到的所述主用传输路径上的所述n个第一节点时延，计算所述主用传输路径时延，所述主用传输路径时延用于指示传输业务数据流包括的所有报文时，达到第一目标延时可靠度的时延，所述第一目标延时可靠度用于指示所述业务数据流中的报文从所述主用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率。

[0170] 在具体实现中，该第一时延计算模块602包括：

[0171] 第一变量计算单元，用于基于所述预设周期内得到的主用传输路径上的第i个网络节点设备的第一节点时延，计算第i个网络节点设备的第一路径时延随机变量 $L_i$ ，其中，i的取值为1至n的正整数， $L_i$ 包括预设周期内流经所述主用传输路径上的第i个网络节点设备的数据流包括的所有报文的设备时延的第一概率分布，并将第一概率分布偏移所述第i个网络节点设备的链路时延。

[0172] 第一求和单元，用于根据第一路径时延随机变量确定主用传输路径时延随机变量

$\sum_{i=1}^n L_i$ ，所述 $\sum_{i=1}^n$ 指对n个网络节点设备的第一时延随机变量进行随机变量求和。

[0173] 第一确定单元，用于在主用传输路径时延随机变量 $\sum_{i=1}^n L_i$ 中确定达到第一目标延时可靠度的时延，得到所述主用传输路径时延。

[0174] 第二时延计算模块603，用于基于预设周期内得到的所述备用传输路径上的所述m个第二节点时延，计算所述备用传输路径时延，所述备用传输路径时延用于指示传输检测报文时，达到第二目标延时可靠度的时延，所述第二目标延时可靠度用于指示所述检测报文从所述备用传输路径的第一个网络节点设备传输至最后一个网络节点设备的成功率。

[0175] 在具体实现中，该第二时延计算模块603包括：

[0176] 第二变量计算单元，用于基于预设周期内得到的备用传输路径上的第j个网络节点设备的第二节点时延，计算第j个网络节点设备的第二路径时延随机变量 $L_j$ ，其中，j的取值为1至m的正整数， $L_j$ 包括预设周期内流经备用传输路径上的第j个网络节点设备的检测报文的设备时延的第二概率分布，并将所述第二概率分布偏移所述第j个网络节点设备的链路时延。

[0177] 第二求和单元，用于根据第二路径时延随机变量确定备用传输路径时延随机变量

$\sum_{j=1}^m L_j$ ，所述 $\sum_{j=1}^m$ 指对m个网络节点设备的第二时延随机变量进行随机变量求和。

[0178] 第二确定单元，用于在备用传输路径时延随机变量 $\sum_{j=1}^m L_j$ 中确定达到第二目标延时可靠度的时延，得到备用传输路径时延。

[0179] 可选的，第一时延计算模块602和第一时延计算模块603可以合并为一个时延计算

模块。

[0180] 时延控制模块604,用于确定主用传输路径时延大于倒换门限,且备用传输路径时延小于倒换门限时,生成主备路径倒换指示,并发送给时延倒换模块。

[0181] 时延倒换模块605,用于基于主备路径倒换命令,将报文从主用传输路径倒换至备用传输路径上进行传输。

[0182] 进一步的,在具体实现中,可选的,该时延控制模块604在确定所述主用传输路径时延大于所述倒换门限之前,还用于确定主用传输路径时延不大于所述告警门限时,返回执行时延获取模块601;以及确定主用传输路径时延大于所述告警门限时,则判断主用传输路径时延是否大于倒换门限。

[0183] 可选的,该时延控制模块604在确定主用传输路径时延大于所述倒换门限之后,还用于将倒换门限计数器中的计数累加1,在确定倒换门限计数器中的计数大于预设计数,则判断备用传输路径时延是否小于倒换门限;以及确定倒换门限计数器中的计数不大于预设计数时,则生成主用传输路径的第一告警信息,返回执行时延获取模块601。

[0184] 可选的,该时延控制模块604,还用于确定主用传输路径时延不大于倒换门限时,生成主用传输路径的第二告警信息,并将倒换门限计数器中的计数清零,第二告警信息的警告优先级低于第一告警信息;返回执行时延获取模块601。

[0185] 可选的,该时延控制模块604在确定倒换门限计数器中的计数大于所述预设计数之后,判断备用传输路径是否小于倒换门限之前,还用于确定备用传输路径时延小于告警门限,执行判断备用传输路径时延是否小于倒换门限,以及确定备用传输路径时延不小于告警门限,生成主用传输路径的第一告警信息和备用传输路径的第一告警信息。

[0186] 更进一步的,该时延控制模块604在控制报文从主用传输路径倒换至备用传输路径上进行传输之后,还用于将倒换门限计数器中的计数清零。

[0187] 基于上述本发明实施例公开的网络控制器,如图7所示,还公开了另一种网络控制器700的结构示意图,该网络控制器700包括:时延测量模块701,时延获取模块702,时延计算模块703,时延控制模块704和时延倒换模块705。

[0188] 该时延获取模块702与图6示出的时延获取模块601相同,时延控制模块704与图6示出的时延控制模块604相同,时延倒换模块705与图6示出的时延倒换模块605相同,时延计算模块703则是图6中示出的第一时延计算模块602和第二时延计算模块603的合并模块。各个模块中涉及的相应操作,可以参照上述图6对应的说明书部分中所描述的相应操作,这里不再进行赘述。

[0189] 该时延测量模块701包括第一时延测量模块和第二时延测量模块。

[0190] 该第一时延测量模块,用于在预设周期内测量主用传输路径上的第一网络节点设备的设备时延。

[0191] 该第二时延测量模块,用于在预设周期内测量备用传输路径上的第二网络节点设备的设备时延。

[0192] 可选的,该时延测量模块701中的第一时延测量模块可以设置于主用传输路径上的各个网络节点设备上。第二时延测量模块可以设置于备用传输路径上的各个网络节点设备上。具体可以为如图2中示出的时延测量模块。

[0193] 结合本发明实施例公开的基于时延的传输路径控制方法,本发明实施例所公开的

网络控制器也可以直接采用硬件、处理器执行的存储器,或者二者的结合来实施。

[0194] 如图8所示,该网络控制器800包括:存储器801,以及与存储器801通信的处理器802。可选的,该网络控制器800还包括网络接口803。

[0195] 该处理器802通过总线与存储器801耦合。处理器802通过总线与该网络接口803耦合。

[0196] 存储器801具体可以是内容寻址存储器 (content-addressable memory, CAM) 或者随机存取存储器 (random-access memory, RAM)。CAM可以是三态内容寻址存储器 (ternary cam, TCAM)。

[0197] 处理器802具体可以是中央处理器 (central processing unit, CPU), 网络处理器 (network processor, NP), 专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC) 或者可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD)。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件 (complex programmable logic device, CPLD), 现场可编程逻辑门阵列 (field-programmable gate array, FPGA) 或者通用阵列逻辑 (generic array logic, GAL)。

[0198] 网络接口803可以是有线接口,例如光纤分布式数据接口 (fiber distributed data interface, FDDI) 或者以太网 (ethernet) 接口。

[0199] 存储器801也可以集成在处理器802中。如果存储器801和处理器802是相互独立的器件,存储器801和处理器802相连,例如存储器801和处理器802可以通过总线通信。网络接口803和处理器802可以通过总线通信,网络接口803也可以与处理器802直接连接。

[0200] 存储器801,用于存储传输路径控制的操作程序、程序代码或指令。可选的,该存储器801包括操作系统和应用程序,用于存储传输路径控制的操作程序、程序代码或指令。

[0201] 当处理器802或硬件设备要进行传输路径控制的相关操作时,调用并执行存储器801中存储的操作程序、程序代码或指令可以完成图3和图5中涉及的传输路径控制的过程。具体过程可参见上述本发明实施例相应的部分,这里不再赘述。

[0202] 可以理解的是,图8仅仅示出了该网络控制器的简化设计。在实际应用中,该网络控制器可以包含任意数量的接口,处理器,存储器等。

[0203] 图9为本发明实施例公开的一种通信系统900的结构示意图,该传输路径控制系统包括网络控制器901和网络节点设备902。

[0204] 该网络控制器901为上述图6、图7和图8所示出的任意一种网络控制器。

[0205] 图10为本发明实施例公开的另一种通信系统1000的结构示意图,该通信系统1000包括网络控制器1001、网络节点设备1002和控制器1003。

[0206] 控制器1003位于控制面,网络节点设备1002位于设备面。

[0207] 可选的,该网络控制器1001可以进行拆分。当网络控制器1001为上述图6和图7所示出的网络控制器,其中的对应测量网络节点设备1002的时延测量模块,以及进行网络节点设备1002之间的路径倒换的时延倒换模块可以设置于网络节点设备1002所处于的设备面上,其他模块则可以设置于控制器1003上或控制器1003所在的控制面。

[0208] 以上本发明实施例公开的通信系统中,网络节点设备的个数并不进行限定。本发明实施例中进行路径倒换控制的主用传输路径和备用传输路径由网络节点设备构成。

[0209] 本领域技术人员应该可以意识到,在上述一个或多个示例中,本申请所描述的功

能可以用硬件、软件、固件或它们的任意组合来实现。当使用软件实现时,可以将这些功能存储在计算机可读介质中或者作为计算机可读介质中的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质,其中,通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

[0210] 本说明书的各个部分均采用递进的方式进行描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点介绍的都是与其他实施例不同之处。尤其,对于装置和系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例部分的说明即可。

[0211] 最后应说明的是:以上实施例仅用以示例性说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请及本申请带来的有益效果进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请权利要求的范围。

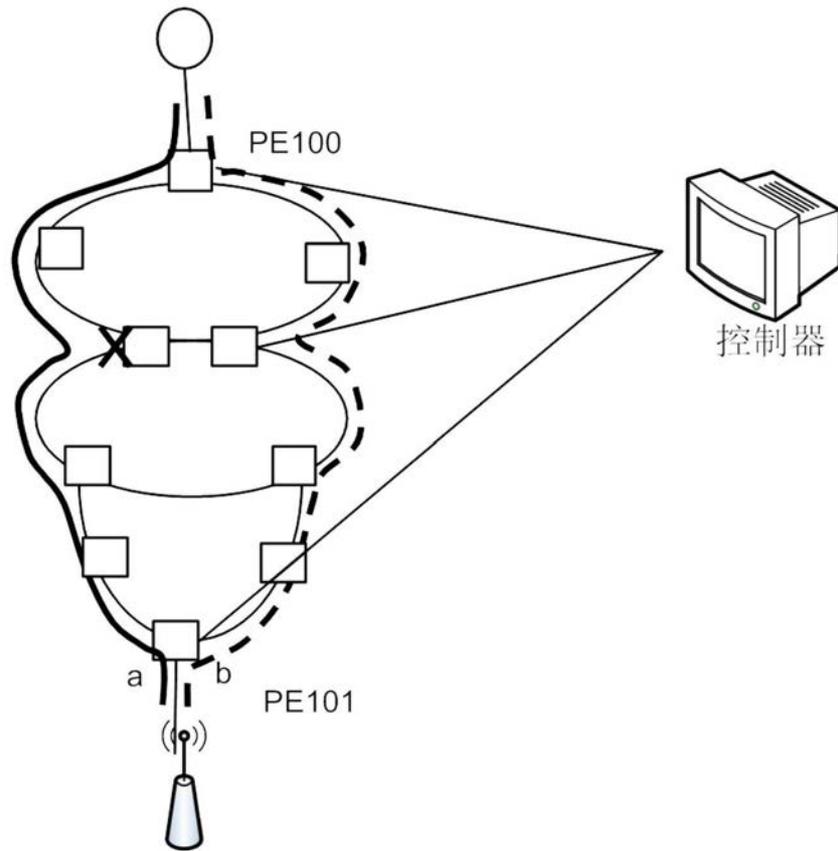


图1

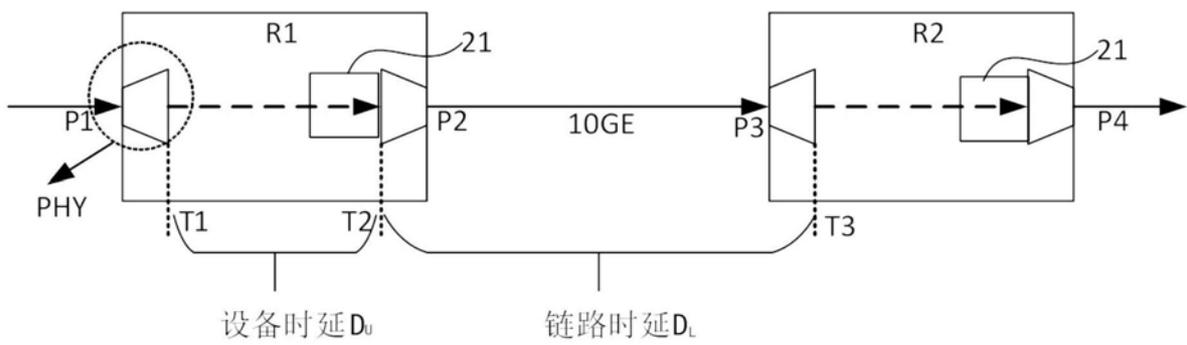


图2

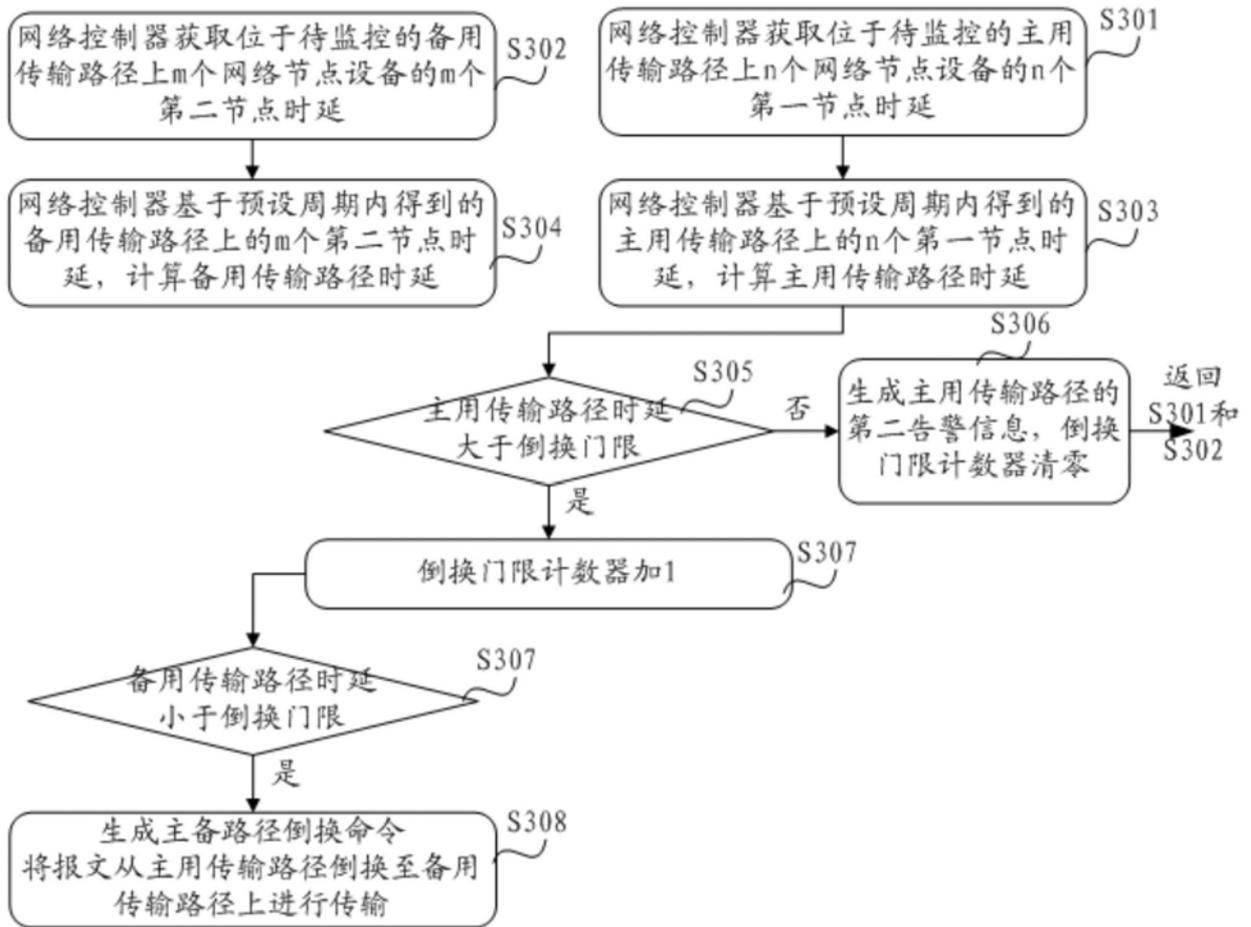


图3

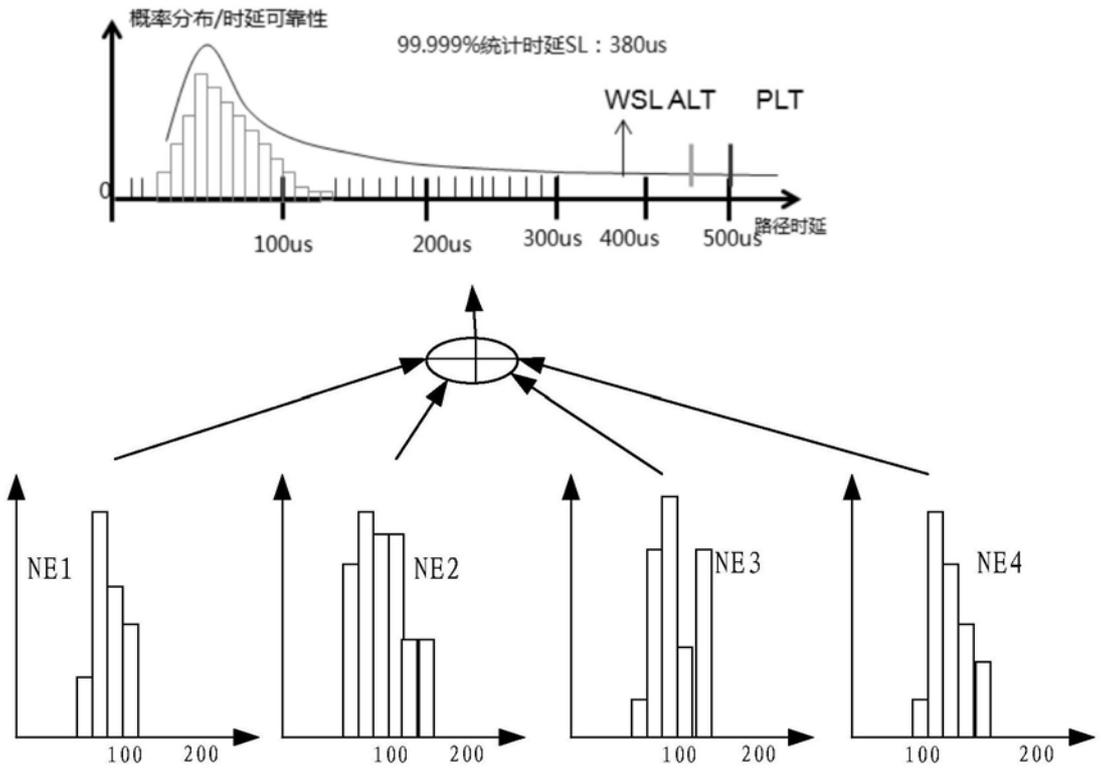


图4a

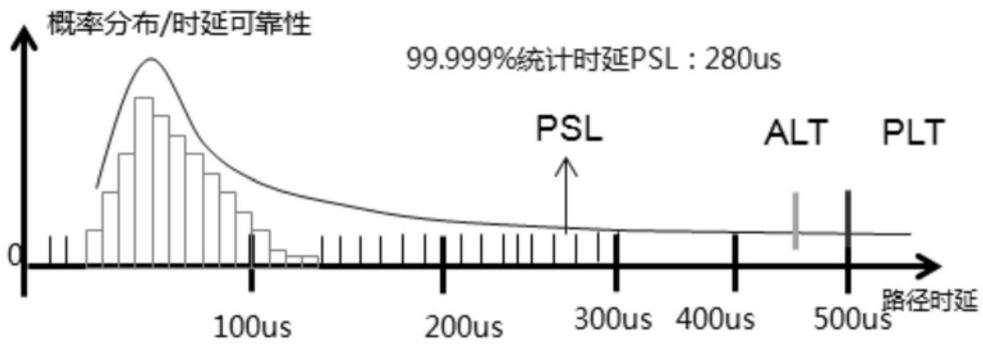


图4b

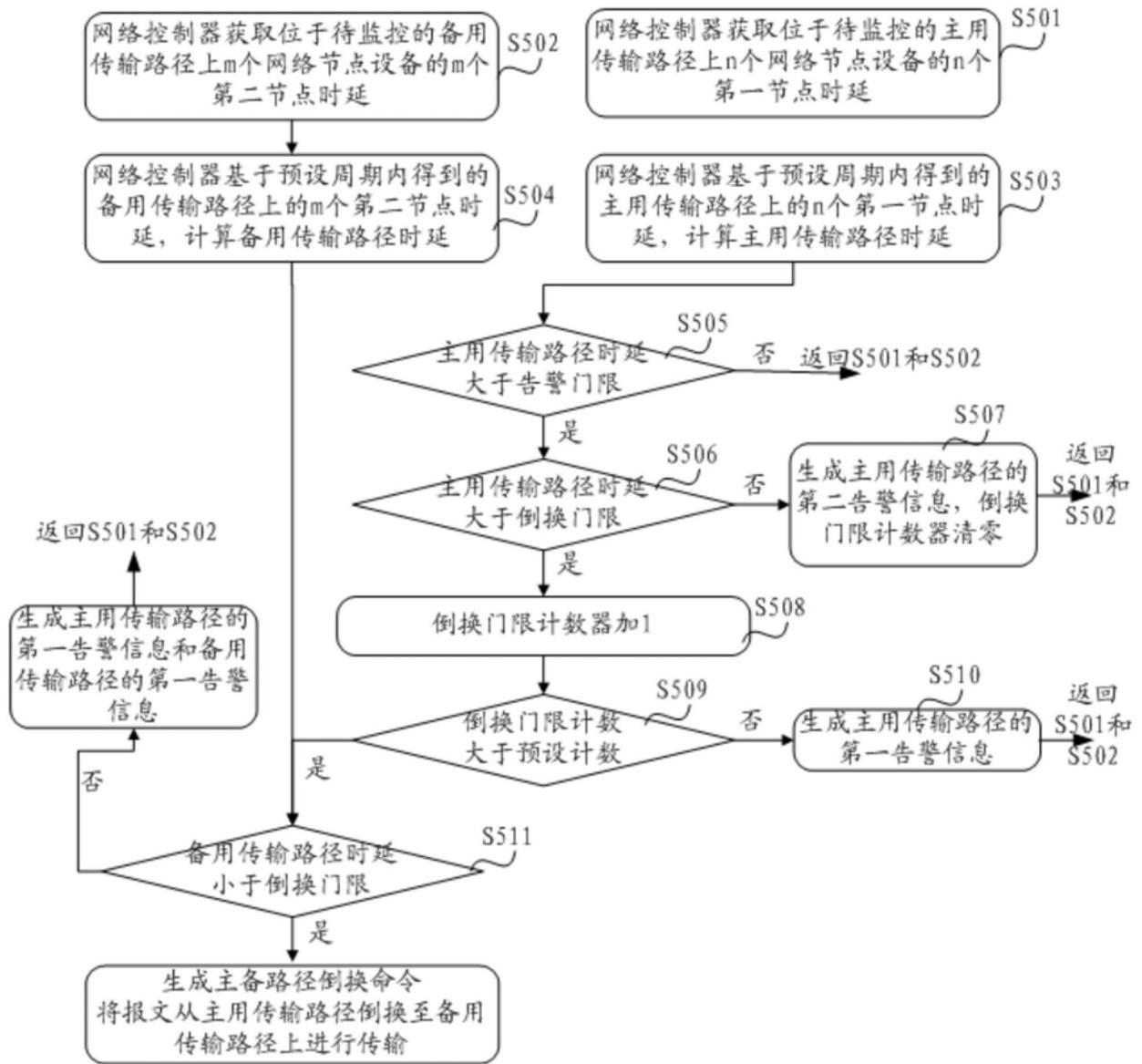


图5

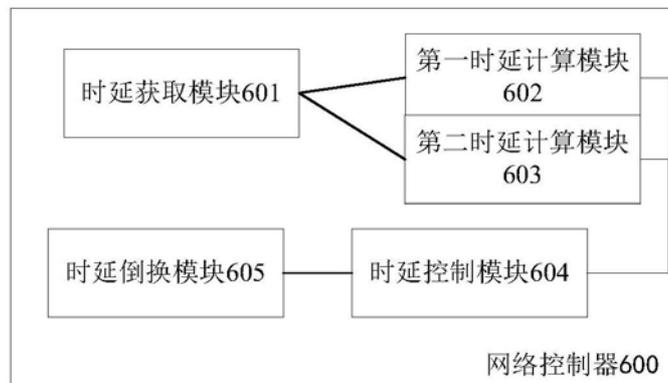


图6

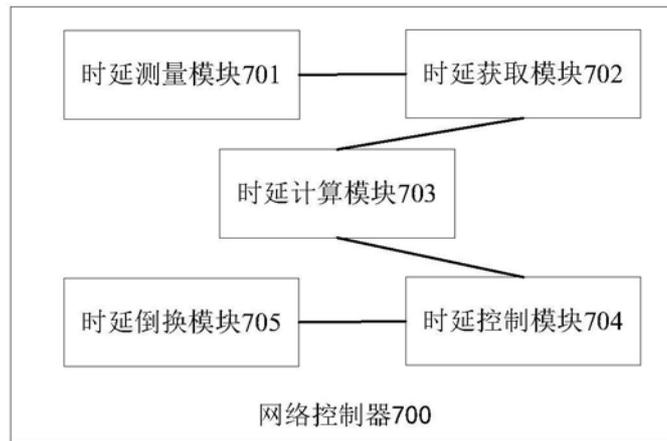


图7

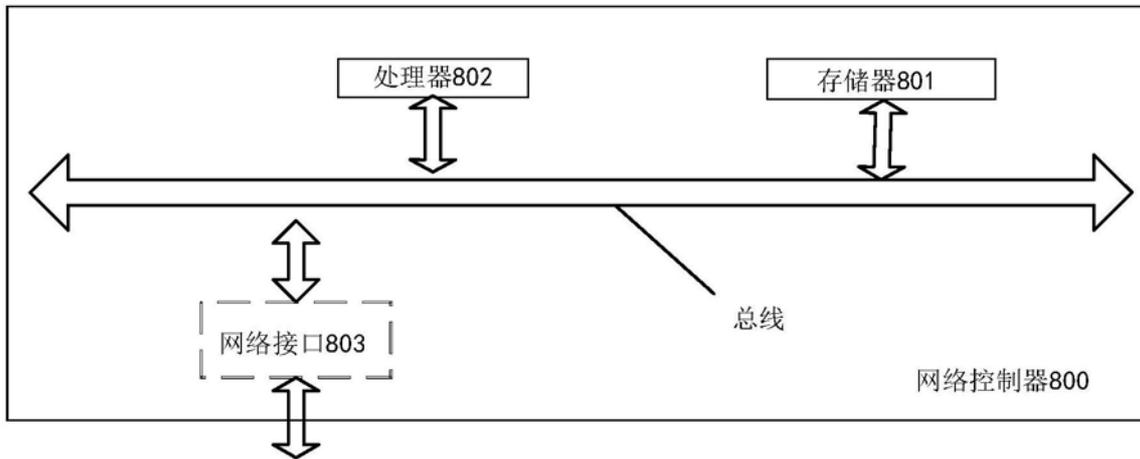


图8

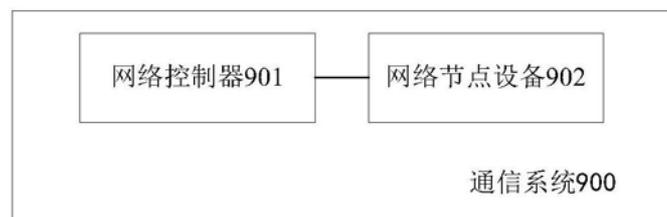


图9

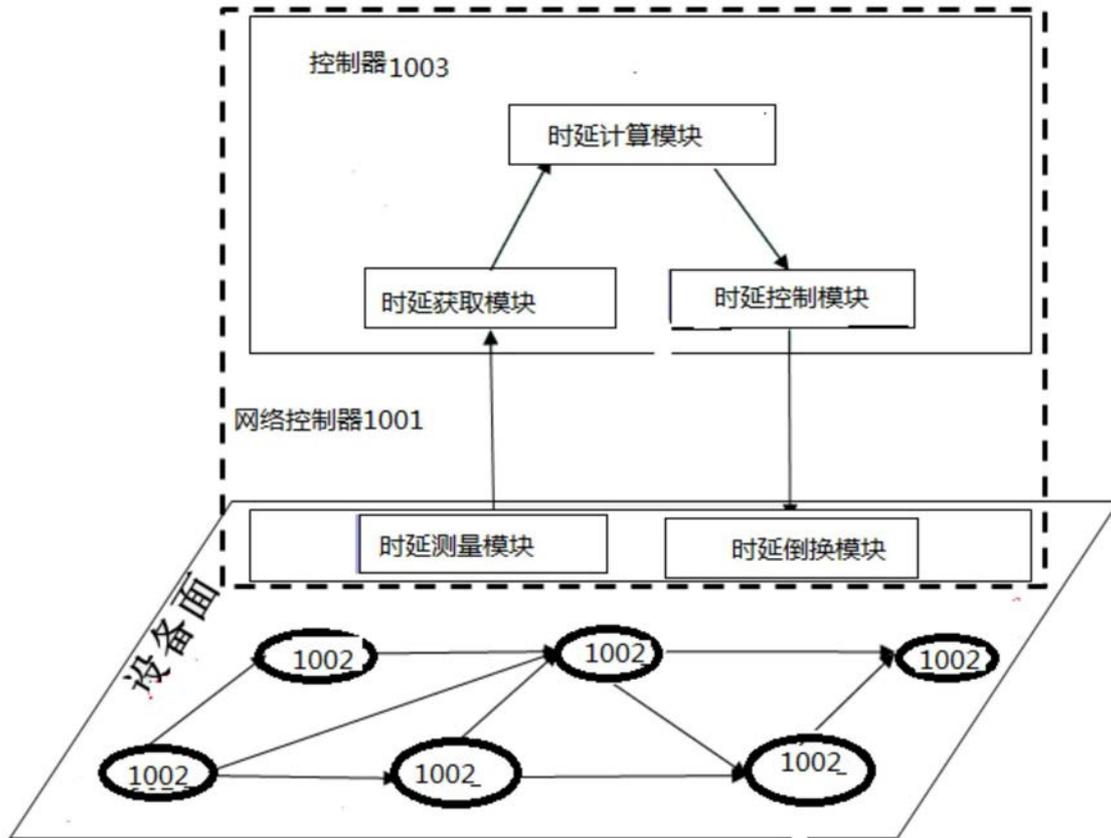


图10